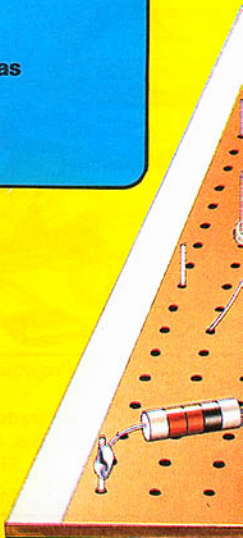
INTRODUÇÃO À
ELETRÔNICA
CKL
371100
ML
51417
V
UMA INTRODUÇÃO SIMPLES PARA PRINCIPIANTES
EDITORA LUTÉCIA

Sumário

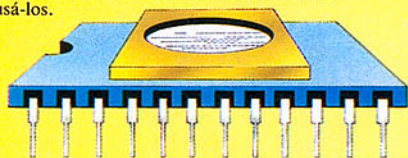
Título original inglês
INTRODUCTION TO ELECTRONICS

EDITORA LUTÉCIA LTDA.
Rua Argentina, 171
20921 — Rio de Janeiro, RJ — Tel.: 580-3668
que se reserva a propriedade literária desta tradução

PEDIDOS PELO REEMBOLSO POSTAL
Caixa Postal 23.052 — Rio de Janeiro, RJ — 20922

Sobre este livro

Este livro é uma introdução aos princípios básicos da eletrônica. Apresentando muitas experiências simples, mostra como a eletricidade é controlada usando-se dispositivos a que se dá o nome de componentes. Cada experiência é destinada a ilustrar um princípio importante da eletrônica e demonstrar as diferentes funções dos componentes.

Você poderá representar os circuitos em um papel usando símbolos especiais para cada componente. Na página 16 você poderá descobrir o que são estes símbolos e como usá-los.

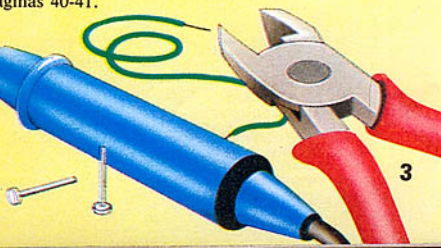
Os componentes são conectados para formar dispositivos denominados circuitos eletrônicos. Nas páginas seguintes, você poderá criar seus próprios circuitos e descobrir como os circuitos no interior de um equipamento complexo fazem com que este equipamento funcione.

Mais adiante, você lerá sobre a história da eletrônica, seu início e quais os últimos aprimoramentos. A invenção do chip de silício, por exemplo, revolucionou a eletrônica e tornou possível a existência de circuitos contendo milhares de componentes em um pequeno chip. Descubra mais a respeito dos chips nas páginas 32-33.

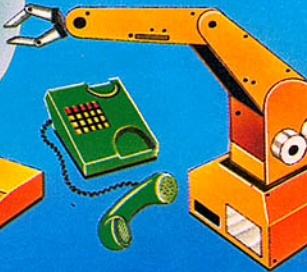
Na página 37 há um programa de computador para auxiliá-lo a identificar alguns dos componentes eletrônicos.

As experiências

No final do livro há uma lista de itens necessários a todas as experiências e outras informações.

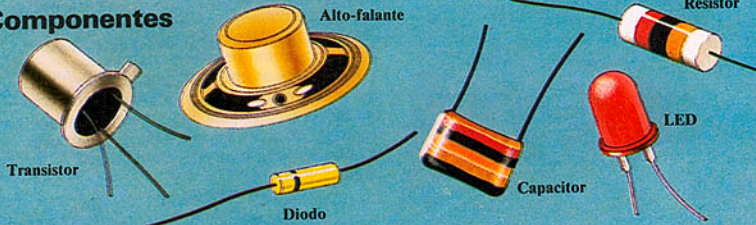
Os circuitos podem ser construídos em uma única placa de circuitos, chamada placa para experiências. Nas páginas 42-43 você descobrirá como preparar esta placa.

Para fazer os circuitos, você fixa os componentes na placa para experiências com um metal especial chamado metal de solda (material de solda fraca). Existem instruções detalhadas para usar este material nas páginas 40-41.

O que é eletrônica?

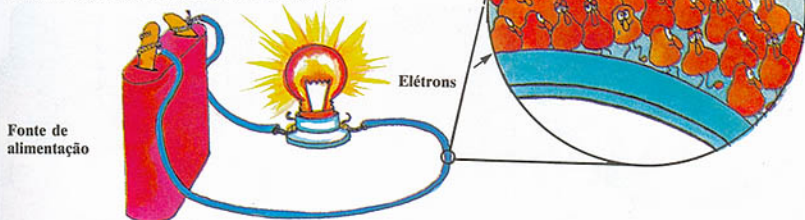
A eletrônica é o estudo do controle de pequenas correntes elétricas para fazer com que todos os tipos de equipamento eletrônico funcionem. Embora seja uma ciência nova, seria difícil imaginar um mundo sem televisores, rádios ou até mesmo computadores. Graças à eletrônica podemos viajar e nos comunicar a nível mundial e universal, pois os astronautas estão explorando cada vez mais o espaço.

Satélites como o que você pode ver acima colhem e transmitem sinais eletrônicos vindos da Terra. Você assiste a programas ao vivo na televisão, transmitidos por satélites que estão do outro lado do mundo.

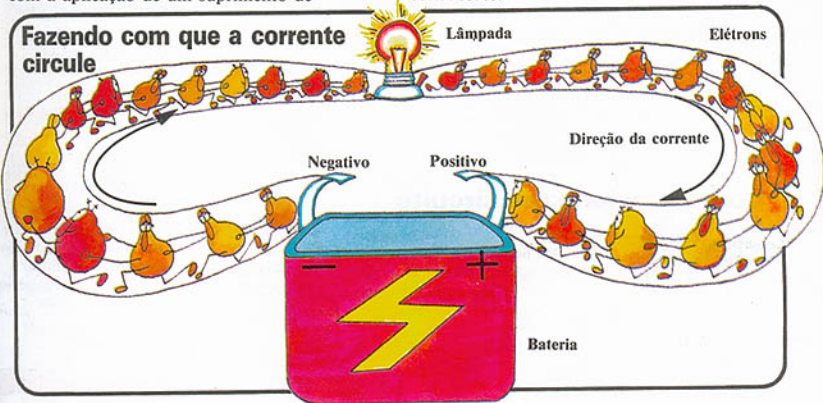
Os rádios e televisores foram inventados no início deste século à medida que o estudo da eletrônica progredia. Eles contêm componentes chamados transistores, que mais adiante você poderá usar para experiências.

Os computadores armazenam e organizam milhares de instruções eletrônicas e dados. Você aprenderá mais sobre os circuitos de um computador nas páginas 26-27.

Os robôs podem executar tarefas como construir carros e empacotar doces em uma fábrica. Um braço de robô como o da figura acima é controlado por um computador.

Os blocos de armar da eletrônica são chamados componentes. Há vários tipos usados para controlar a eletricidade de várias formas. Alguns dos componentes usados neste livro são apresentados acima. À medida que você prossegue com a leitura, descobrirá o que cada um deles faz e como trabalham em conjunto nos circuitos.

Sobre a corrente elétrica

Uma corrente elétrica é o deslocamento de partículas microscópicas chamadas elétrons ao longo de um fio. Todas as substâncias contêm elétrons. Eles são parte dos átomos de que são feitas as coisas. Você, este livro e os componentes eletrônicos são todos feitos de átomos.

Em certas substâncias, como fios metálicos, os elétrons podem se mover mais facilmente com a aplicação de um suprimento de energia. As substâncias em que os elétrons se movem mais facilmente são chamadas de condutores.

Fazendo com que a corrente circule

A bateria é uma fonte de alimentação com dois pólos. Um tem carga positiva e o outro carga negativa. Os elétrons também têm carga negativa. Quando um fio é conectado a cada um dos pólos, os elétrons no fio são repelidos pelo pólo negativo e atraídos pelo positivo. Isto faz com que eles se movam através do fio e formem uma corrente elétrica. A força que vem da bateria e que faz com que os elétrons se movimentem é chamada força eletromotriz, ou tensão, e é medida em volts.

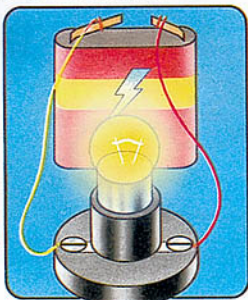
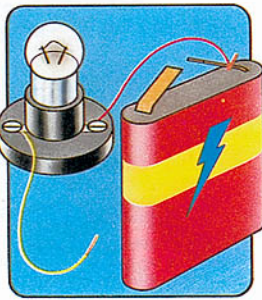
A primeira bateria

Em 1800, Alessandro Volta construiu a primeira bateria a partir de dois tipos diferentes de metal e ácido. Foi o primeiro a mostrar que podemos conduzir e controlar a eletricidade. A palavra volt é derivada de seu nome.

Criando circuitos

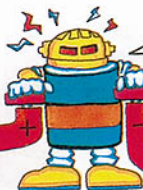
Um circuito é um caminho através do qual a corrente elétrica pode passar. Cada circuito precisa de uma fonte de alimentação e algo para conduzir a corrente elétrica. Nas próximas duas páginas são apresentados alguns circuitos simples para que você possa aprender mais.

Lâmpada e circuito de bateria

Pegue uma bateria, uma lâmpada de rosca, bocal e dois pedaços de fio. Retire 1cm (1/2'') de plástico das extremidades dos fios.*

Enrole uma extremidade de cada fio em torno de um pólo da bateria, e então toque os terminais da lâmpada com os dois fios. Ela se acenderá porque você criou um circuito.

Agora, retire um dos fios da bateria e a lâmpada se apagará. Isto acontece porque você interrompeu o caminho para a corrente elétrica representado pelo circuito.

Como funciona um circuito

Há baterias (ou pilhas) de todas as formas e tamanhos, e geralmente nelas está escrita sua tensão.

Imagine a bateria como sendo um robô altamente carregado. Quando o robô não está tocando um condutor, a corrente não pode passar e a lâmpada não se acende. Para que a corrente passe deve existir um circuito completo do pólo positivo para o pólo negativo da bateria.

Você sempre deverá ter um componente em um circuito para utilizar a corrente, caso contrário a bateria poderá ser danificada.

Assim que o robô toca as duas extremidades do fio, a corrente passa e a lâmpada se acende. Uma bateria está sempre repleta de energia, mas somente a utiliza quando você faz um circuito conectando um condutor aos dois pólos.

Conduzindo a corrente

Aqui está uma outra experiência para ser tentada. Pegue mais um pedaço de fio e quaisquer objetos a sua volta. Conecte cada objeto à lâmpada e à bateria, conforme apresentado na figura, e observe se a lâmpada se acende.

Se a lâmpada se acende, você está usando um condutor de eletricidade. A corrente pode fluir através de um condutor, de forma que o circuito está completo. Se a lâmpada não acende, você está usando um isolante que não permite que a corrente passe.

Fita adesiva

Moeda

Borracha

Escova de dentes

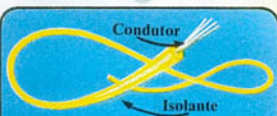
Fio adicional

Chave

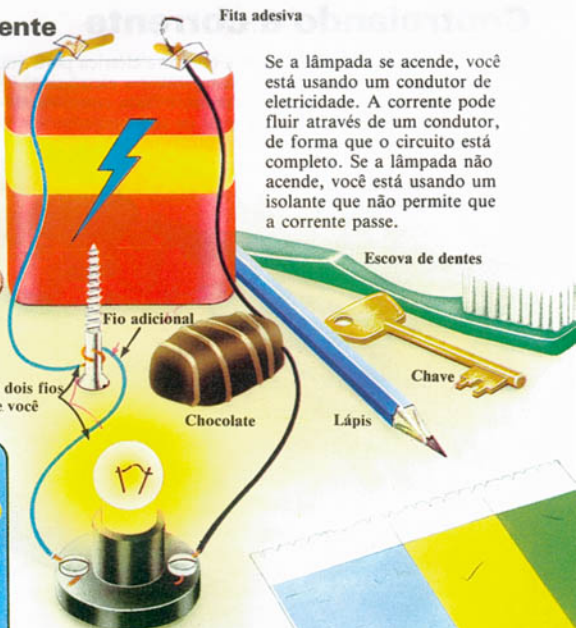
Fósforo

Conecte estes dois fios ao objeto que você deseja testar.

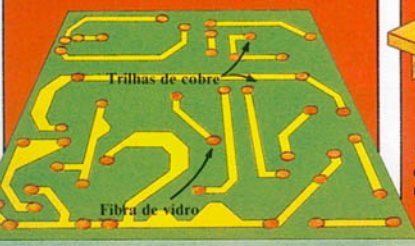
Chocolate

Lápis

Condutor

Isolante

Um fio elétrico é feito de um condutor (cobre) e coberto por um isolante (plástico).

Você pode organizar uma tabela à medida que testa os objetos.

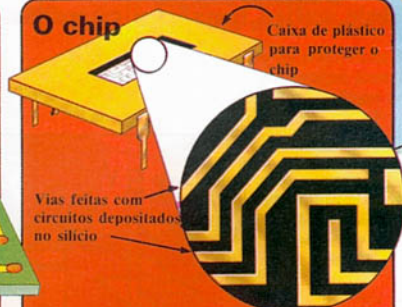
Placas de circuito impresso

Trilhas de cobre

Fibra de vidro

Na maior parte dos equipamentos eletrônicos, os componentes para o circuito são distribuídos em uma placa de circuito impresso. Esta placa é feita de uma substância, geralmente fibra de vidro, que não conduz corrente elétrica. A placa tem trilhas de cobre para levar a corrente de um componente para outro.

O chip

Caixa de plástico para proteger o chip

Vias feitas com circuitos depositados no silício

Um chip é um fragmento muito pequeno de silício que contém centenas, às vezes milhares de componentes microscópicos. Eles são conectados por vias que conduzem a corrente através do silício. O nome técnico de um chip de silício é circuito integrado ou CI.

Controlando a corrente

A eletrônica se dedica a controlar a corrente elétrica para que ela faça algo útil. Isto você faz criando circuitos com os componentes eletrônicos.
A tensão na bateria gera uma corrente, e cada componente a controla de uma forma diferente. A forma especial pela qual os componentes são conectados em um circuito faz com que determinado equipamento funcione.

Transistor
Capacitores
Resistores
Baterias
Diodo
Alto-falante
Placa de circuito

Os componentes no interior deste rádio são soldados a uma placa de circuito. Os componentes principais no circuito são resistores, transistores, capacitores e diodos. Logo você aprenderá mais sobre estes componentes.

Mais sobre tensão e corrente

A quantidade de corrente gerada por uma bateria depende da tensão desta bateria. As tensões comuns são 4,5 volts, 6 volts ou 9 volts. Geralmente estão escritas na bateria. Uma pequena tensão gera uma pequena corrente e uma tensão maior gera uma corrente maior.

A tensão também pode ser chamada diferença de potencial. Por exemplo, uma bateria de 4,5V tem uma diferença de potencial de 4,5V entre seus pólos, que se refere a uma diferença de tensão elétrica. No pólo positivo da bateria a tensão é 4,5V e no negativo é 0V. Existe uma diferença de tensão de 4,5V entre os pólos. É esta diferença que gera uma tensão, e sem ela a tensão não pode existir.

Resistência

Corrente e tensão são dois dos principais elementos de um circuito. O terceiro é a resistência. Resistência é a forma pela qual determinadas substâncias restringem o fluxo de elétrons e assim reduzem a força da corrente. Este é um dos principais meios de controlar a corrente em um circuito.

Imagine alguém em pé sobre uma mangueira conectada a uma torneira totalmente aberta. A pressão da água é alta, mas muito pouco chegará à outra extremidade da mangueira porque o fluxo da água encontra uma forte resistência. A resistência tem o mesmo efeito sobre a corrente.

Todos os componentes apresentam determinado grau de resistência à corrente, mas os componentes chamados resistores são feitos especialmente para controlar a corrente e a tensão de um outro componente, ou para impedir que um componente delicado seja danificado por excesso de corrente. A maioria dos resistores contém carbono, que não é bom condutor de eletricidade.

Corrente, voltagem e resistência

Corrente, tensão e resistência estão relacionadas e dependem umas das outras. A força de uma corrente circulando em um circuito depende da tensão da bateria e da quantidade de resistência que existe no circuito.

O amperímetro mede a corrente.

O voltímetro mede a tensão.

O ohmímetro mede a resistência.

Você pode medir corrente, tensão e resistência usando medidores especiais, usados para verificar valores de circuitos e componentes, ou para encontrar a área de um circuito que apresenta avaria.

Em que direção a corrente está fluindo?

Antigamente os cientistas acreditavam que a corrente fluía de positivo para negativo, embora hoje em dia se saiba que ela circula na direção oposta. A primeira direção foi mantida porque em torno dela foram escritas muitas leis. Para que não haja confusão, ela é chamada de corrente convencional.

Advertência

A rede de eletricidade em sua casa possui uma tensão muito alta. Em alguns países é de 110 volts, e em outros chega a 240 volts. Isto é o suficiente para matá-lo caso você entre em contato direto com ela. Nunca desmonte equipamento elétrico em sua casa e nunca utilize a rede de eletricidade para seus projetos.

Observando resistores

Resistores são usados para limitar o fluxo de corrente nos circuitos. A resistência é medida em ohms (Ω). Em circuitos ela pode variar de uns poucos ohms a milhões de ohms. Você pode descobrir o valor de um resistor pelas listras coloridas pintadas nele. As cores são parte de um código de cores especial apresentado à direita.

CÓDIGO DE CORES

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

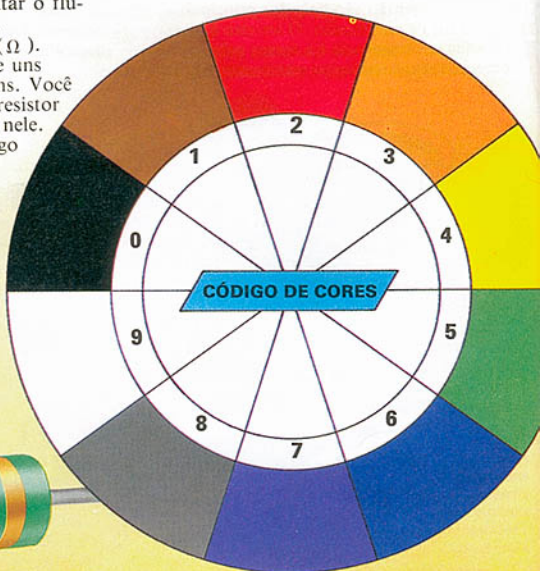
Decifrando o código de cores

As três listras mais próximas umas das outras são as do código de cores. Comece na extremidade mais afastada da quarta listra e compare as cores com a tabela.

Comece aqui 1 2 3 4

As primeiras duas listras lhe dão os dois primeiros algarismos do valor do resistor. A terceira indica quantos zeros devem ser acrescentados.* Na página 37 existe um programa de computador para auxiliá-lo a trabalhar com o código de cores.

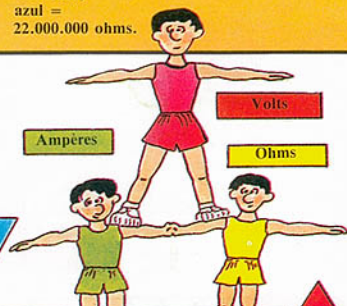
Verde, verde, preto = 55 ohms.

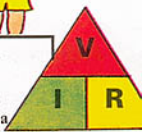
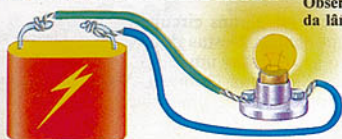
Vermelho, vermelho, azul = 22.000.000 ohms.

Tente calcular o valor dos resistores. (Respostas à página 45.)

Lei de Ohm

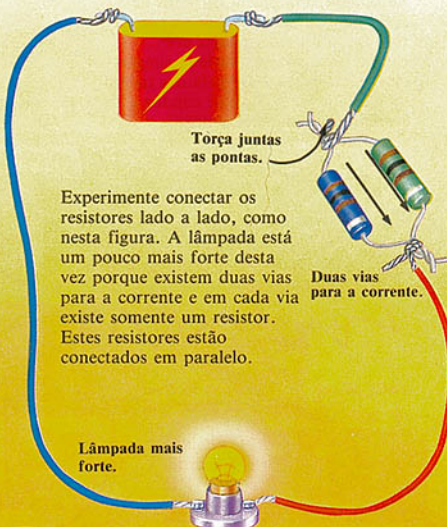
Você pode calcular a corrente, a tensão ou a resistência de um circuito usando uma fórmula chamada Lei de Ohm. Para usar a fórmula, você precisa saber os valores de duas das quantidades.

Tensão (volts) = Corrente (ampères) x Resistência (ohms)

É fácil usar a fórmula se você imaginá-la como um triângulo. Os volts estão em cima, e a corrente e a resistência nos dois cantos embaixo. (Na Lei de Ohm, I representa corrente.)

$$\text{Resistência} = \frac{\text{Voltagem}}{\text{Corrente}}$$

$$\text{Corrente} = \frac{\text{Voltagem}}{\text{Resistência}}$$

Resistores em circuitos

Aqui estão alguns circuitos para testar resistores. Você precisa de uma bateria de 4,5V, uma lâmpada de 3,5V/60mA,* um suporte, três pedaços de fio e dois resistores de 100 Ω. Em primeiro lugar conecte apenas a lâmpada e a bateria. Em seguida acrescente um resistor ao circuito. A lâmpada está mais fraca neste circuito porque o resistor está limitando a corrente.

Agora torça juntas as pontas do resistor conforme mostramos aqui e conecte-as no circuito. A lâmpada está ainda mais fraca, pois a corrente tem que passar pelos dois resistores. Nesse caso, dizemos que os resistores estão ligados em série.

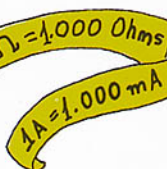
Torça juntas as extremidades de ligação e o fio.

Torça juntas as pontas.

Experimente conectar os resistores lado a lado, como nesta figura. A lâmpada está um pouco mais forte desta vez porque existem duas vias para a corrente e em cada via existe somente um resistor. Estes resistores estão conectados em paralelo.

Duas vias para a corrente.

Lâmpada mais forte.

Qual a quantidade de corrente que passa quando a voltagem da bateria é 6V e a resistência 1,5Ω? (Resposta na página 45.)

Se colocar o dedo sobre a quantidade que deseja, é fácil ver como a fórmula funciona.

Pesquisando a eletrônica

A melhor maneira de compreender a eletrônica é criar alguns circuitos simples para observar como funcionam os componentes. Nestas duas páginas existe um circuito que você poderá criar para testar um componente chamado LED, que brilha como uma pequena lâmpada. Você poderá descobrir qual o material necessário e como preparar uma placa para experiências, para ser usada para os projetos neste livro, na página 42.

Ligação com fio

LED

Resistor de 220 Ω

Parte da frente da placa

Quadriculado

Trilhas de cobre

Veroboard

Os circuitos neste livro são construídos em uma placa especial chamada Veroboard. Ela possui carreiras de furos com trilhas de cobre na parte de trás. Você passa as pontas dos componentes através do lado simples (frente) da placa e as solda nas trilhas na parte de trás. O cobre conduz a corrente de componente para componente, completando o circuito.

Você poderá aprender a soldar nas páginas 40-41. Pratique um pouco antes de começar a criar seus circuitos.

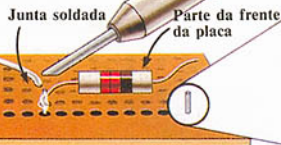
A placa pode ser recoberta por uma fina película de plástico. Retire-a antes de usar.

Junta soldada

Parte da frente da placa

Pino de ligação

Parte de trás da placa

Furos

Você pode soldar os componentes a pinos de ligação em vez de soldá-los à própria placa. Isto facilita a troca de componentes para diferentes circuitos.

Você passa os pinos da parte de trás para a parte da frente da placa e então vai soldá-los às trilhas. Você solda os componentes nos pinos na parte da frente da placa.

Observando os LEDs

LED é a abreviatura de "light emitting diode" (diodo emissor de luz).
Um diodo é semelhante a uma rua de mão única para a eletricidade. A corrente pode fluir através dele somente em uma direção. Um LED é um tipo especial de diodo que se acende, e é usado em um circuito para mostrar que uma corrente está circulando.

Extremidade negativa tem um terminal maior.

Lado achatado

Extremidade mais curta

Algumas vezes um LED tem uma ponta mais curta do que a outra. A mais curta é chamada negativa (—) e a maior é a positiva (+). A negativa pode também ter um lado achatado no revestimento plástico para ajudar a identificação. É importante conectar os terminais de um LED de forma correta em um circuito.

Para fazer o circuito do LED

O que você precisa

Placa experimental com quadriculado (veja página 42)

LED

Resistor de 220 (vermelho, vermelho, marrom)

2 pedaços de fio

Pinos para soldar

Kit para soldar (veja página 40)

Você poderá encontrar os furos certos para os componentes de modo mais rápido fazendo um quadriculado. A maneira de fazer está na página 42.

1

Parte de trás

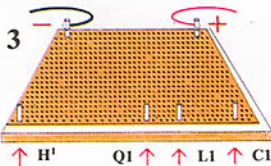
C47 H'47

Coloque os pinos nos furos **C47** e **H'47**, de trás para a frente na placa. Solde os pinos nas trilhas.

2

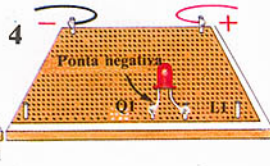
Agora, na parte da frente da placa, enrole um pedaço de fio descoberto em cada pino e solde no lugar. Estes fios são para a bateria.

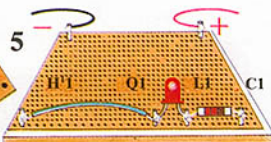
3

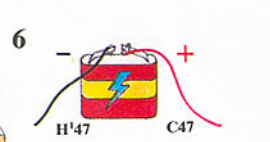
H' Q1 L1 C1

Pegue quatro pinos e coloque-os nos furos **C1**, **L1**, **Q1** e **H'1**. Prenda-os nas trilhas com pingos de solda.

4

Ponta negativa

Q1 L1

Na frente da placa solde a ponta mais curta do LED no pino do furo **Q1** e a mais comprida no pino **L1**.

5

Agora enrole um pedaço pequeno de fio nos pinos **Q1** e **H'1** e solde o resistor de 220Ω nos pinos **C1** e **L1**.

6

Conecte o fio de **C47** ao terminal positivo (+), e o fio **H'47** ao negativo (—).
O LED deverá acender.*

Quando você liga os fios a uma bateria, a corrente passa pelo circuito do pólo positivo para o negativo. Experimente trocar os fios na bateria de forma que o pino C47 esteja conectado ao pólo negativo. O LED não se acende porque a corrente não pode fluir através dele naquela direção.

Funcionamento do LED

Imagine uma fileira de elefantes andando com a tromba de um presa ao rabo de outro. Se algum deles estiver virado para o lado errado, impede que toda a fileira se movimente para a frente. O LED tem o mesmo efeito na corrente. Se você conectar a ponta negativa à via positiva da bateria, o LED possui uma resistência alta e a corrente não poderá passar.

Armazenando carga elétrica

Componentes chamados capacitores se enchem de eletricidade quando conectados a uma fonte de alimentação, e armazenam a carga durante algum tempo. São usados, por exemplo, em um televisor, para elevar e armazenar as altas tensões necessárias para que ela funcione. Quando carregado, a tensão através de um capacitor é igual à da bateria ou à da fonte de alimentação.

Esta é uma das razões pelas quais é muito perigoso tocar o interior de um equipamento elétrico que utiliza eletricidade da rede. Os capacitores permanecem altamente carregados mesmo depois que o aparelho tiver sido desligado.

Nunca toque o interior de um equipamento elétrico. Mesmo desligado ele pode ser muito perigoso.

Tipos de capacitor

Não se preocupe se seus capacitores não forem iguais a estes, desde que sejam do valor correto.

A listra no invólucro mostra terminal negativo

Existem capacitores de todos os tipos e tamanhos. Alguns são chamados eletrolíticos e possuem um terminal positivo e outro negativo, que devem ser ligados da forma correta a um circuito.

O valor de um capacitor é medido em farads, que são unidades grandes. Os microfarads são usados com maior freqüência. Escreve-se μ F. 1.000.000 μ F formam 1 farad.

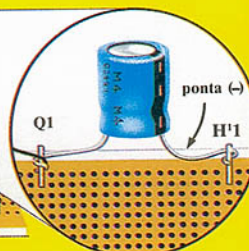
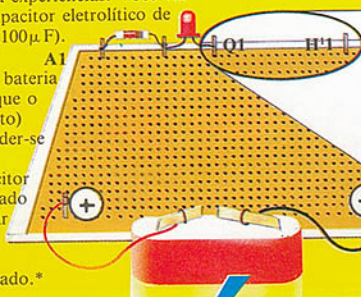
Nem todos os capacitores são eletrolíticos. Geralmente os que possuem um valor baixo (menos de 1μ F) podem ser ligados a um circuito em qualquer sentido.

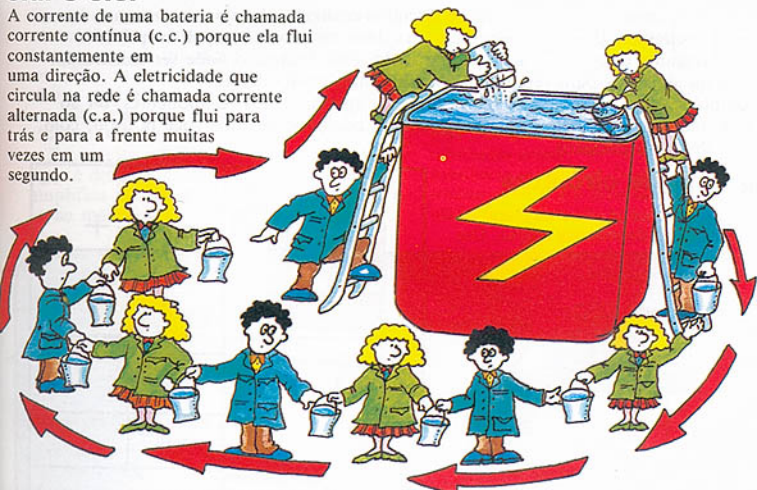
Faça um circuito de capacitor

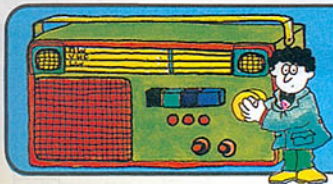
Você pode testar a capacidade de um capacitor para armazenar carga elétrica em sua placa para experiências. Você vai precisar de um capacitor eletrolítico de 100 microfarads (100μ F).

1 Retire a solda do fio nos pinos **Q1** e **H'1**, e enrole a ponta negativa do capacitor em **H'1** e a positiva em **Q1**. Certifique-se de que estejam no sentido correto.

2 Ao conectar a bateria (certifique-se de que o sentido está correto) o LED deve acender-se por um segundo enquanto o capacitor está sendo carregado e depois se apagar quando o capacitor estiver totalmente carregado.*

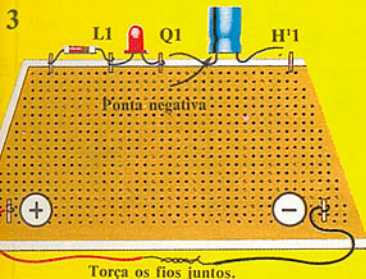
Q1 H'1 A1

c.a. e c.c.

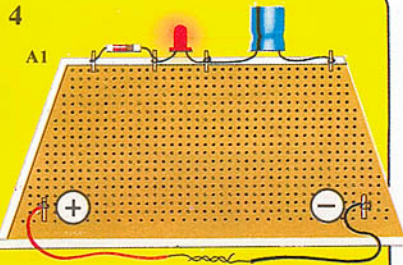
A corrente de uma bateria é chamada corrente contínua (c.c.) porque ela flui constantemente em uma direção. A eletricidade que circula na rede é chamada corrente alternada (c.a.) porque flui para trás e para a frente muitas vezes em um segundo.

Uma vez carregado, um capacitor bloqueia c.c., mas não c.a. Esta é a razão pela qual no primeiro estágio da experiência abaixo o LED se apaga.

Com c.a. o capacitor constantemente carrega-se e descarrega-se à medida que a corrente circula para a frente e para trás.

Sintonizando rádios

Capacitores variáveis são usados para sintonizar as estações. Eles também são usados para filtrar sinais elétricos não desejados.

3

Torça os fios juntos.

Desconecte os fios da bateria e torça-os juntos de forma que o circuito ainda esteja completo. Retire o capacitor, gire-o e substitua-o nos pinos, não permitindo que suas extremidades se toquem.

4

O LED deverá acender-se por um instante enquanto usa a carga armazenada no capacitor. Foi necessário girá-lo para permitir que a corrente circulasse na direção correta através do LED de um único sentido.

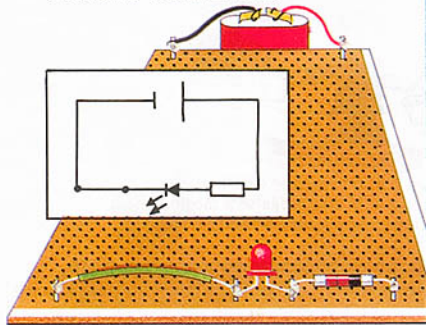
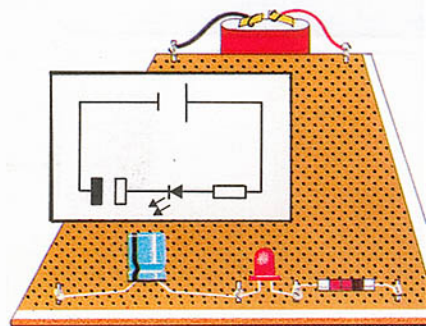
Símbolos e diagramas

Quando os responsáveis pelo projeto de circuitos realizam planejamento para determinado circuito, desenham um diagrama deste circuito no papel em primeiro lugar. O diagrama é como um mapa a partir do qual o circuito pode ser construído. Eles utilizam símbolos para representar os diferentes componentes.

Os símbolos estão intimamente relacionados à aparência dos componentes, ou ao seu funcionamento. A tabela à direita mostra os componentes que você já usou, com seus símbolos para circuitos.

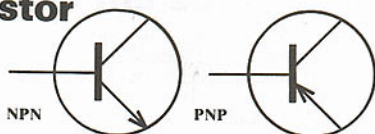
Diagrama de circuitos

Os circuitos que você já criou na placa experimental estão desenhados abaixo. Use a tabela à direita para descobrir o significado destes símbolos.

Circuito de um LED

Circuito de um capacitor

De agora em diante, os diagramas de circuito são apresentados ao lado dos circuitos, ou no final do livro.

Introduzindo o transistor

Os rádios transistorizados recebem este nome devido aos componentes chamados transistores. A invenção dos transistores, em 1952, tornou possível a fabricação de rádios portáteis de pilha para substituir os modelos grandes feitos com componentes chamados válvulas.

Em um circuito, um transistor pode ligar e desligar a corrente. Ele também amplifica a corrente, o que significa que a torna mais forte.

Existem dois tipos de transistor: NPN e PNP. Os símbolos dos circuitos são mostrados acima. "N" e "P" referem-se à substância no interior de um transistor. O transistor NPN é o mais comum e é o tipo usado neste livro.

Identificando as pontas de um transistor

Um transistor tem três terminais e cada um deles tem uma função diferente. Eles são: a base, o coletor e o emissor. É importante identificar cada terminal corretamente antes de conectar um transistor em um circuito.

Os fabricantes têm sistemas diferentes para os terminais de um transistor. Alguns deles são mostrados acima. O emissor muitas vezes é marcado por um ponto ou por uma lingüeta na cápsula. Algumas vezes a forma do invólucro é importante.

O funcionamento de um transistor

Um transistor pode ser fabricado para ligar e desligar a corrente, aplicando-se uma corrente fraca ao terminal chamado base deste transistor. Como vemos na ilustração, quando não passa corrente pela base, não pode haver passagem de corrente entre o emissor e o coletor e o transistor está desligado.

Uma corrente fraca aplicada à base permite que o transistor conduza corrente do emissor para o coletor, e permite que uma corrente mais forte circule através do transistor.

Os componentes conectados ao coletor podem utilizar esta corrente mais forte.

Base sem corrente

Transistor desligado

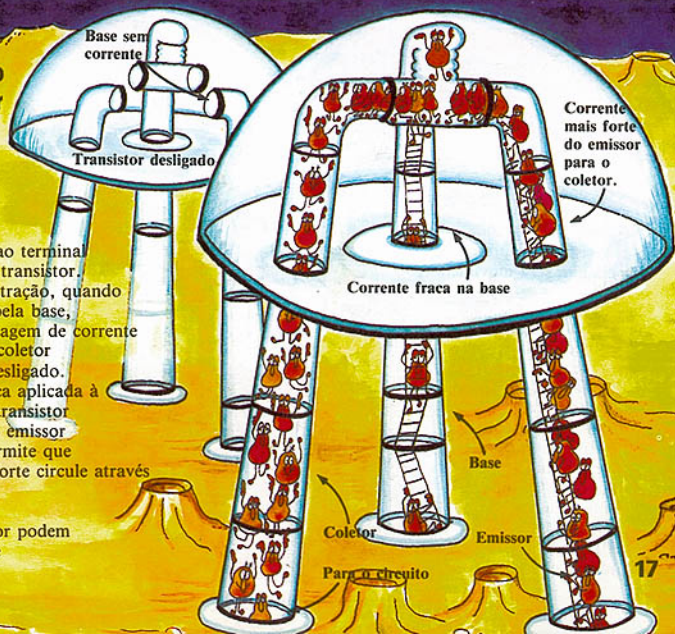
Corrente mais forte do emissor para o coletor.

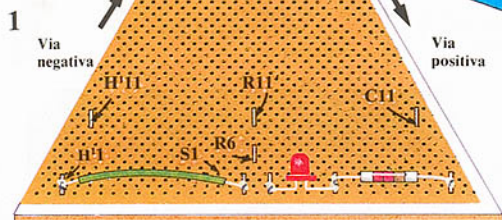
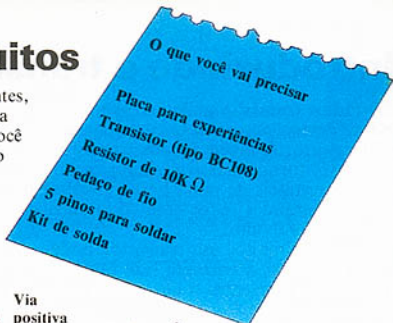
Corrente fraca na base

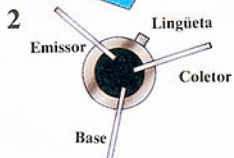
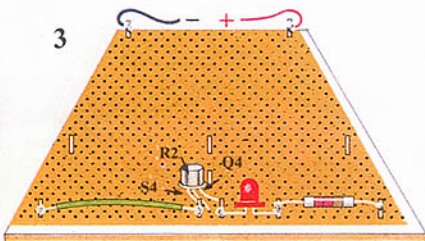
Base

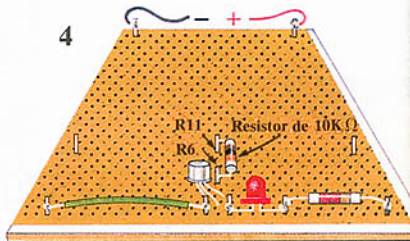
Coletor

Emissor

Para o circuito

Transistores em circuitos

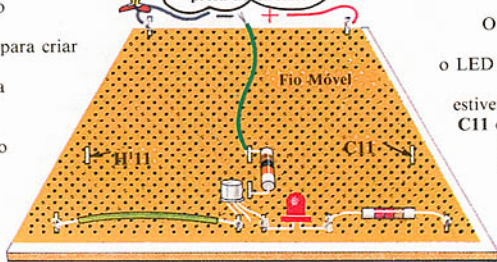
Um transistor, como a maioria de outros componentes, não é muito útil por si só, embora ele constitua uma parte vital da maioria dos circuitos. Nesta página você poderá criar um circuito usando um transistor como uma chave para o LED. A ilustração da página seguinte mostra como funciona o circuito.

Para conectar o LED e o resistor à via negativa do circuito, solde um pino em **S1** e um pedaço de fio nos pinos **S1** e **H'1.**

Agora passe quatro pinos partindo de trás para a frente da placa, nos furos **R6, R11, C11** e **H'11**. Prenda cada pino à trilha com solda.

Cuidadosamente identifique os terminais do transistor. Se o transistor for conectado de forma errada poderá ser danificado e o circuito não irá funcionar.

Coloque o emissor no furo **S4**, o coletor no furo **Q4** e a base em **R2**.
Vire a placa e solde as pontas às trilhas. O transistor não precisa ser colocado em pinos, pois não será movimentado.

4

Você precisa de um resistor de 10KΩ (marrom, preto, laranja) na base do transmissor para cortar a corrente. Solde o resistor aos pinos nos furos **R6** e **R11**.

5

Solde uma extremidade de um pedaço de fio descoberto ao pino em **R11** para criar um fio móvel. Conecte a bateria (certifique-se de que o sentido está certo). Então tente tocar os pinos **C11** e **H'11** com o fio móvel.

Um fio móvel é um pedaço de fio que tem uma extremidade livre e a outra presa ao circuito.

O transistor somente acenderá o LED quando o terminal da base estiver conectado a **C11. C11** está na via positiva da bateria e a base deve ser conectada à via positiva.

Mais sobre o circuito de transistor

A ilustração abaixo mostra como a corrente flui no circuito do transistor da experiência anterior. Acompanhe este caminho do pólo positivo da bateria até o negativo.

As setas vermelhas mostram o sentido da corrente no circuito.

Via negativa

Via positiva

1 A corrente circula por estas duas vias para o coletor e para a base do transistor.

2 O resistor da base mantém baixa a corrente da base. A corrente na base liga o transistor e permite que uma corrente muito mais forte circule pela via através do coletor.

3 Os componentes ao lado do coletor são chamados circuito de saída do transistor. Aqui o circuito de saída é o LED e o resistor. Quando o transistor está ligado, a corrente nesta parte do circuito é mais forte e o LED se acende.

4 Existe sempre pelo menos um componente no coletor para extrair energia útil do circuito.

5 A corrente através do coletor e do emissor aumenta até que o transistor esteja saturado (veja acima). A força da corrente depende da tensão da bateria e da resistência dos componentes próximos ao coletor.*

6 A tensão na base deve atingir 0,6V para que o transistor seja ligado. A corrente então aumenta até que o transistor esteja totalmente em funcionamento, ou "saturado", como uma torneira completamente aberta.

7 Se a base do transistor estiver conectada à via negativa, o transistor não será ligado. A base deve ser conectada à via positiva da bateria.

Resistor da base

Base

Emissor

Coletor

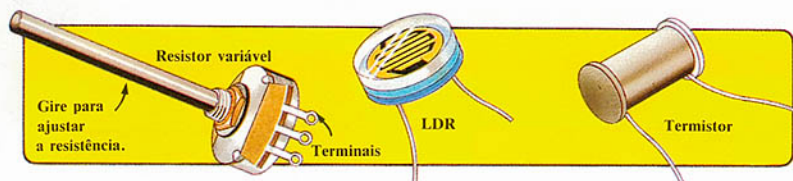
Circuito de saída do transistor

Diagrama de circuito

−

+

Resistores especiais

Os circuitos nestas páginas usam alguns resistores especiais para controlar o transistor. Existem três tipos, e cada um deles funciona como um resistor comum, mas sua resistência pode ser alterada por luz ou calor ou manualmente. Abaixo você irá aprender sobre cada um deles e também sobre seus usos. Existem também alguns circuitos para criar e experimentar em sua placa.

Resistor variável
Um resistor variável é usado para controlar a tensão em um circuito de forma que, por exemplo, um transistor fique ligado ou desligado. Os controles de volume das televisões e dos rádios são resistores variáveis. Alguns são chamados também potenciômetros.

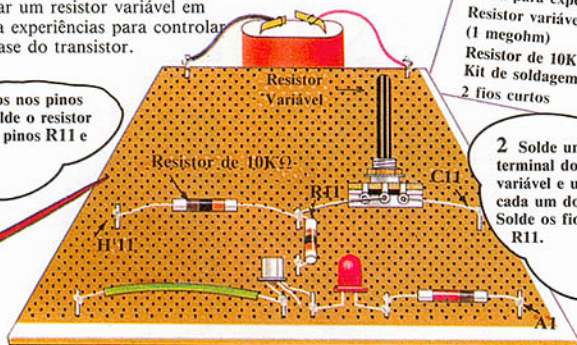
LDR
(abreviação de ''light dependent resistor'' — resistor ativado por luz) — Seu valor se altera dependendo da quantidade de luz que incide sobre ele. São usados nos medidores de luz das câmeras fotográficas para detetar a quantidade de luz quando você tira uma fotografia.

Termistor
A resistência de um termistor depende da sua temperatura. Geralmente a resistência é alta quando está quente. Algumas vezes ele é usado em alarmes para incêndio e nos termostatos dos sistemas de aquecimento central.

Testando o resistor variável

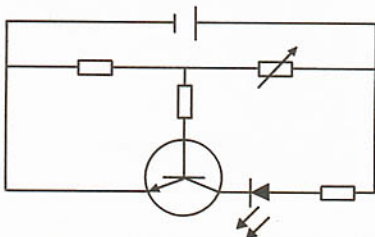
Você pode usar um resistor variável em sua placa para experiências para controlar a tensão na base do transistor.

O que você vai precisar
Placa para experiências
Resistor variável (1 megohm)
Resistor de 10KΩ
Kit de soldagem
2 fios curtos

1 Solde os fios nos pinos C11 e R11. Solde o resistor de 10KΩ aos pinos R11 e H'11.

2 Solde um fio curto ao terminal do meio do resistor variável e um outro fio a cada um dos outros terminais. Solde os fios aos pinos C11 e R11.

À medida que você ajusta o resistor variável você está alterando a tensão entre a base e o emissor do transistor. Quando a tensão atinge 0,6V, o transistor liga e o LED se acende. À medida que a tensão aumenta, o LED se torna mais brilhante até o transistor ficar saturado.

Diagrama de circuito

Aqui está o diagrama para o circuito acima. Neste circuito, o resistor variável e o resistor nos pinos **R11** e **H'11** são chamados divisores de tensão. Eles estão partilhando a tensão de forma que uma corrente fraca possa ser derivada para a base do transistor. Você vai aprender mais a respeito de divisores de tensão nas páginas seguintes.

Ganho do transistor

Enquanto o transistor não está saturado, a corrente do coletor é sempre maior um número fixo de vezes do que a corrente da base por causa da maneira pela qual o transistor amplifica.

As correntes aumentam juntas até que o transistor esteja saturado (veja página 19). A isto se dá o nome de ganho do transistor, e você poderá compreendê-lo usando a fórmula do ganho do transistor apresentada a seguir.

Aqueles que projetam circuitos usam esta fórmula quando estão decidindo qual a quantidade de corrente necessária a um circuito e quais os valores dos resistores a serem usados no circuito.

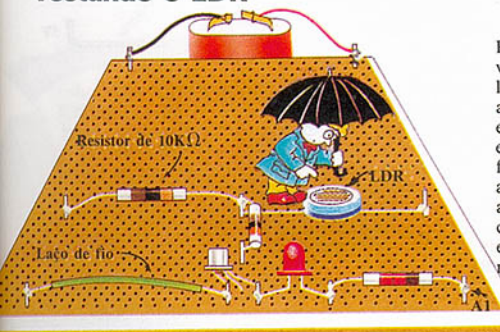
Você pode calcular o tamanho das correntes usando a Lei de Ohm — **ver páginas 10-11.**

$$\text{GANHO} = \frac{\text{CORRENTE DO COLETOR}}{\text{CORRENTE DA BASE}}$$

Exemplo:
Corrente do coletor = 50mA
Corrente da base = 10mA

$$\text{Ganho} = \frac{50}{10} = 5$$

(portanto a corrente é 5 vezes maior)

Testando o LDR

Para testar o LDR, retire o resistor variável e coloque o LDR em seu lugar. No escuro sua resistência é alta, portanto o LED e o transistor estarão desligados. Coloque a mão em torno do LDR e veja o LED ficar mais fraco e em seguida se apagar. Isto acontece porque você aumentou a resistência do LDR colocando-o no escuro. O LDR está dividindo a tensão com o resistor de 10KΩ.*

O termistor

Aspersor

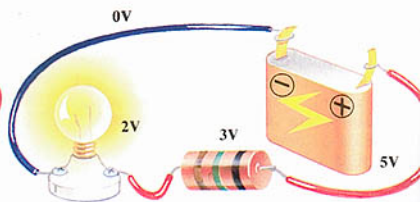
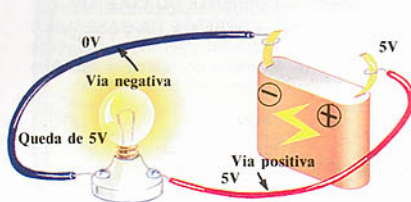
Um termistor pode ser usado em um alarme de incêndio para fazer com que uma campainha comece a soar e pode ativar um aspersor (Sprinkler) quando atingir uma determinada temperatura.

Experimente substituir o LDR por um termistor. Para aquecê-lo, aproxime com cuidado a ponta de um ferro de soldar. O LED gradualmente se apagará porque a resistência do termistor aumenta à medida que você o aquece.

**Mais adiante você poderá aprender mais sobre divisores de tensão.*

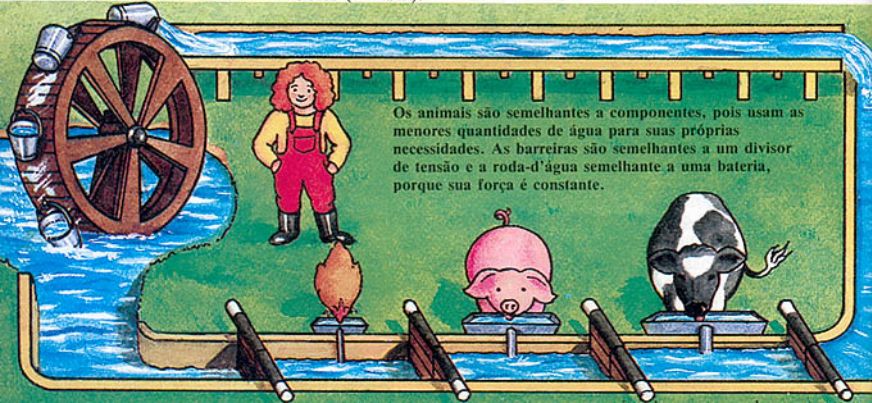
Campainhas

Em todos os três circuitos acima você pode trocar o circuito de saída do transistor (o LED e o resistor em **C1** e **L1**) por um dispositivo sonoro chamado ressoador piezoelétrico. Ele começa a soar e pára quando você altera a resistência do circuito e o transistor liga e desliga.

Mais sobre tensão: divisores de tensão

Em todos os circuitos, corrente, tensão e resistência estão estreitamente relacionadas. Na via positiva vindo da bateria, a tensão é igual à da bateria, mas depois de passar através de um componente, ela cai para 0V na via negativa.

Através do componente a voltagem também é igual à da bateria, mas quando vários componentes estão conectados em série,* a queda para 0V acontece em todos os componentes. A tensão através de cada componente depende de sua resistência. Os componentes estão partilhando a tensão da bateria, e em conjunto recebem o nome de divisor de tensão.

Você pode calcular a queda que cada componente provoca na tensão usando a Lei de Ohm. No exemplo acima, a resistência total de **R1** e **R2** é 25 ohms e a tensão da bateria é 5 volts. Para descobrir a quantidade de corrente que está passando, a fórmula é **I = V/R**, de forma que a corrente deve ser 0,2A (5/25).

Em seguida, você pode calcular a queda de tensão através de cada resistor (**V = IxR**). A queda é de 3 volts em **R1** (0,2 x 15) e de 2 volts em **R2** (0,2 x 10). Portanto existem 2 volts no ponto entre os dois resistores. Você pode usar esta tensão mais baixa para derivar uma pequena corrente para os outros componentes, como um transistor por exemplo, que só necessita de uma pequena corrente na base.

Os animais são semelhantes a componentes, pois usam as menores quantidades de água para suas próprias necessidades. As barreiras são semelhantes a um divisor de tensão e a roda-d'água semelhante a uma bateria, porque sua força é constante.

Esta figura mostra o princípio da divisão de tensão de uma outra forma. Um fazendeiro projetou barreiras de interrupção de forma que elas possam desviar a quantidade correta de água para encher os bebedouros da vaca, do porco e da galinha. Enquanto que a vaca necessita de uma grande quantidade de água, a galinha precisa de bem pouca água. A força da água é um pouco menor em cada barreira, mas quando ela reflui para a roda-d'água esta a envia de volta ao longo do circuito com a mesma força de antes.

Colocando em circuito correntes mais fortes

A corrente e a tensão amplificadas de um transistor podem ligar campainhas e LEDs, mas algumas vezes não são suficientemente fortes para outros componentes. Um relé é uma chave eletricamente controlada que pode fornecer uma corrente nova, mais forte, a componentes que necessitem de maior energia. Eles são usados também para direcionar a corrente por diversas vias, como pontos de desvio em trilhos de trem.

Um relé contém um eletroímã, isto é, um metal que pode ser magnetizado e desmagnetizado pela eletricidade. Possui um núcleo de ferro com uma bobina de fio enrolada muitas vezes em torno dele. Basta uma pequena corrente vinda de um transistor para magnetizá-lo.

No interior do relé, existem conjuntos de contatos que ligam e desligam a corrente e podem estar abertos ou fechados. Quando os contatos estão abertos, a corrente não pode passar e quando estão fechados a corrente passa.

Cada contato pode ser ligado por fios a uma área diferente do mesmo circuito e até a circuitos completamente diferentes. Quando o relé está desligado, isto é condição normal, e os contatos estão "normalmente abertos" ou "normalmente fechados", de acordo com o tipo de relé.

Contatos

Abertos

Fechados

Contatos

Eletroímã

Induzido

O eletroíma e os contatos são conectados por um induzido que funciona como o trinco de uma porta. Ele pode fechar os contatos normalmente abertos ou abrir os que estão normalmente fechados quando uma corrente passa através da bobina. É assim que o relé liga e desliga. Os contatos ligam ou desligam a corrente e o induzido é empurrado para lá e para cá por uma mola.

Terminais da bobina

Se você ligar a bateria aos terminais da bobina (os que estão isolados em uma extremidade), poderá ouvir o relé estalar quando é ligado. (Nas páginas 38-39 há uma lista dos tipos de relé que você pode usar.)

A bobina do relé produz uma alta tensão quando ele é ligado. Esta tensão é suficiente para danificar outros componentes no circuito, como por exemplo transistores. Para controlar esta corrente usa-se um diodo para impedir qualquer avaria. Alguns relés são feitos já com um diodo embutido em seu interior.

Usando os relés

No passado, milhares de relés foram usados para passar chamadas telefônicas da central para seu destino. Foram também usados para as luzes dos sinais de trânsito. Hoje em dia, os sistemas modernos usam chaves baseadas em transistores ou em chips,

que são mais seguras e mais eficientes. A central telefônica, por exemplo, pode lidar com um maior número de chamadas de forma mais rápida. Existem menos probabilidades de que sua ligação caia ou de uma linha cruzada.

Circuitos com dois transistores

Usar dois ou mais transistores em um circuito dá a você mais controle sobre os componentes do circuito. A tabela abaixo mostra como um transistor pode ser usado para controlar outro transistor que liga uma campainha elétrica. O circuito é parte de um alarme contra ladrão que você pode construir seguindo as instruções fornecidas mais adiante. Os princípios básicos do circuito com dois transistores aplicam-se também aos circuitos das próximas páginas.

Problemas

Se você usasse um LDR em vez do resistor variável, a campainha tocaria em um quarto escuro?

A campainha tocaria se o resistor variável estivesse ajustado para o valor mínimo? (Respostas na página 45.)

Faça um alarme contra ladrão

O circuito deste alarme é controlado por dois transistores, conforme descrito anteriormente. Para construí-lo, solde os componentes nos locais listados no final da página. É bastante complicado, portanto siga as instruções cuidadosamente.*

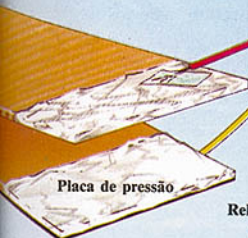
Para usar o alarme, você precisa de uma placa de pressão. Ela funciona como uma chave ligada por fios ao circuito. Se um ladrão pisa nela, o circuito se completa e a campainha soa.

Tente projetar uma placa de pressão usando papelão, folha de alumínio e fios: Veja página 45 caso tenha dificuldades.

Placa de pressão

Relé

H'23 · Trinco · T1 · H'1 · S23 · Resistor variável · T2 · Resistores de 1KΩ · I23 · Q5 · C23 · Diodo · Listra · C5

PARA H'1 · PARA Q1 · PARA S23 · PARA C1 · PARA C23 · Para a campainha · Campainha · Terminal +

Como conectar o relé

Numere os pinos conforme apresentado aqui. (Os pinos ligeiramente afastados dos outros deverão estar mais longe de você.) Solde os fios cuidadosamente a todos os pinos, exceto aos pinos 2 e 7, conforme apresentado.

Os pinos do relé são frágeis — seja cuidadoso ao soldar.

Coloque a placa de pressão próximo a uma janela ou a uma porta. Ajuste o resistor variável de forma que sua resistência seja baixa e **T1** esteja ligado. Quando alguém pisa na placa, **T1** desliga, **T2** liga e a campainha soa. Ela continua soando porque um dos contatos normalmente abertos do relé está sendo usado para manter a campainha tocando. A isto se dá o nome de "disparar o circuito". O fio de disparo está conectado entre o pino 1 do relé e a base de **T1**, que mantém a tensão de **T1** baixa e a campainha funcionando.**

De que você precisa	Posições na placa	
Bateria de 6 ou 9 volts	C47(+)	H'47 (—)
Resistor variável de 1MΩ	C24	I23
Resistor de 10KΩ	S23	S18
Resistor de 1KΩ	I23	S23
Transistor T1 — Base (BC 108) Coletor Emissor	S14 R16 T16	
Resistor de 1 KΩ	C13	R13
Fios da placa de pressão	S23	H'23
Pedaço de fio	T13	H'11
Diodo (IN4001-6) lista em direção a C5	Q5	C5
Ressoador piezoelétrico - terminal – terminal +	H'23 Pino 8 relé	
Relé	Veja páginas 38-39	

Diodos

Este circuito usa um novo componente chamado diodo. Uma corrente só pode fluir em uma direção através de um diodo. Existe sempre uma listra para indicar de que forma conectá-lo. A corrente passa através do diodo em direção à listra. O diodo protege **T2** das altas tensões realimentadas pelo relé.

Eletrônica digital

Existem dois tipos principais de eletrônica, a digital e a analógica. Os circuitos digitais utilizam pulsos de eletricidade, enquanto que os circuitos analógicos usam um fluxo de eletricidade que pode ter correntes e tensões continuamente variáveis.

O sapo que nada harmoniosamente pela água é semelhante à corrente em um circuito analógico.

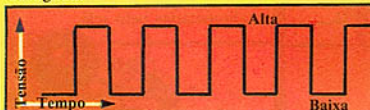
O sapo que pula de pedra em pedra é semelhante aos pulsos de um circuito digital.

Sinais digitais e analógicos

Todos os componentes de um circuito estão recebendo, enviando ou controlando pequenas correntes elétricas. Estas pequenas correntes são chamadas sinais que podem ser digitais ou analógicos, dependendo da forma pela qual os circuitos foram projetados. Padrões de sinais podem ser usados para ligar e desligar peças de um equipamento, ou para representar informação de forma codificada.

Um sinal analógico é uma corrente ou tensão que varia de modo gradual.

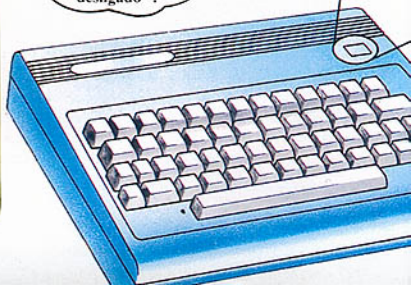
Sinal analógico

Um sinal digital é uma corrente ou tensão que é alta ou baixa, está ligada ou desligada.

Sinal digital

Circuitos de comutação

Os sinais digitais são criados através da comutação de circuitos baseados em transistores. Um sistema digital complicado, como o que existe no interior de um computador, contém milhares de circuitos de comutação.

Circuitos de comutação simples muitas vezes são chamados de flip-flops. O tipo de flip-flop na memória de um computador é chamado um comutador biestável. Biestável significa que o circuito ficará ligado ou desligado como um interruptor de luz.

O circuito de alarme na página 25 é um circuito digital. Os transistores ligam e desligam porque recebem um sinal digital.

A eletrônica digital geralmente é considerada uma ciência moderna, mas o código Morse, que foi inventado em 1836, usa pulsos de corrente para transmitir informação codificada através de um fio.

A mais moderna tecnologia, como a dos satélites, computadores e robôs, é controlada por circuitos digitais. A seguir você poderá descobrir como os circuitos digitais podem controlar um equipamento.

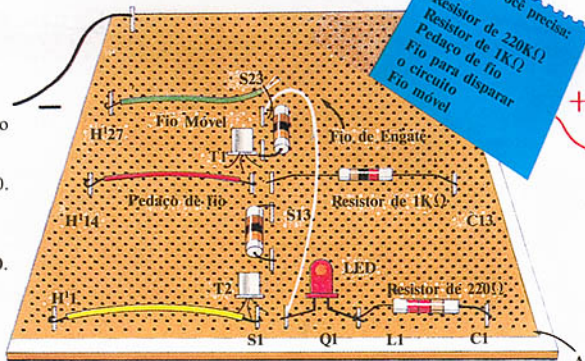
1 A memória de um computador consiste em milhares de flip-flops microscópicos gravados em chips de silício. Ligando e desligando, o circuito cria fluxos de pulsos digitais que são o código usado pelo computador para representar dados e instruções.

2 O código do computador é chamado binário. Binário é um sistema numérico que utiliza dois dígitos, 1-0. Para cada flip-flop ligado o computador registra 1, e para desligado ele registra 0.

Ligado = 1 **Desligado = 0**

3 Cada flip-flop pode armazenar um dígito binário, chamado bit, para abreviar. Em um computador pessoal, cada informação é codificada como um número binário e então armazenada em grupos de oito bits denominados um byte.

Faça um flip-flop biestável

Solde os componentes listados a seguir a pinos nos lugares marcados na placa.* Conecte a bateria e toque **Q1** com o fio móvel. O LED deverá se acender e permanecer aceso mesmo quando você retira o fio. Agora toque **R13** e o LED deverá se apagar.

O circuito é disparado pelo fio do coletor de **T2** para a base de **T1**. Isto significa que uma parte da saída do circuito está sempre sendo alimentada de volta à entrada. Os transistores controlam-se mutuamente conforme explicado na página 24. Neste circuito existe uma partilha maior de tensão através do fio de disparo. O fio móvel sempre toca o coletor de cada transistor, o que significa que você controla manualmente a forma pela qual o circuito liga. Em um computador isto é feito eletronicamente.

Mais circuitos digitais

O flip-flop biestável da página anterior é um circuito de comutação digital que pode ficar ligado ou desligado. Nestas duas páginas você irá conhecer dois outros tipos de circuito digital chamados monoestável e astável.

Um circuito monoestável fica desligado até que seja ativado por uma corrente. Ao ser ativado, ele fica ligado por um período e volta à sua posição inicial.

Campainha da porta

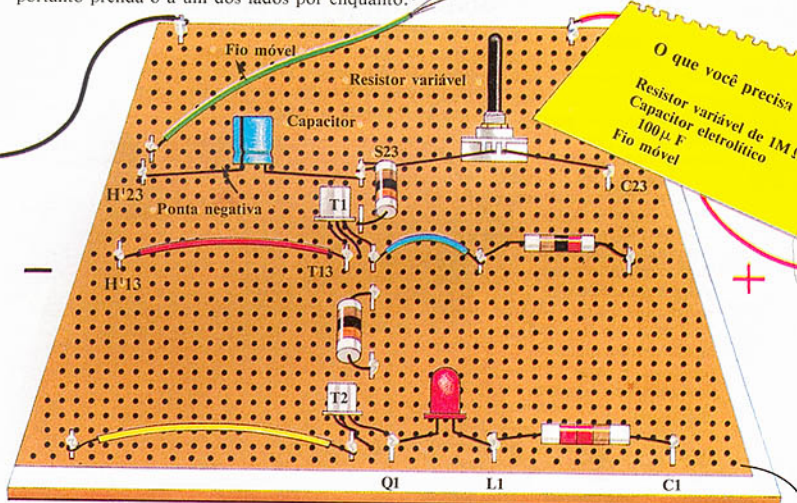
"Mono" vem da palavra grega *monos*, que significa um só.

Pêndulo

Um comutador astável não fica em qualquer das posições, mas liga desliga sem parar. O pêndulo de um relógio balançando para lá e para cá se comporta como um comutador astável. Astável significa "que não possui um estado estável".

Faça um cronômetro monoestável

Você pode construir um circuito de cronometragem na placa para experiências usando um grande capacitor e um resistor conectados em série. Mudando a carga do coletor para uma campainha, você poderia usá-lo para marcar um tempo para fazer ovo quente ou para marcar o tempo das pessoas em um jogo.

Solde os componentes aos pinos marcados na figura abaixo. Antes de conectar a bateria, ajuste o resistor variável em torno do ponto médio. O fio móvel é para inicializar o circuito, portanto prenda-o a um dos lados por enquanto.*

Como usar o circuito

Quando você conectar a bateria, o LED se acenderá por alguns momentos e então se apagará. Ignore isso; o circuito está apenas se acomodando. Agora toque o pino **S23** com o fio móvel e o LED se acenderá. Retire o fio móvel e o LED continuará aceso até que o capacitor esteja carregado e então o LED se apagará.

O capacitor e o resistor variável estão dividindo a voltagem. Uma vez que o capacitor está carregado, o circuito fica desligado até que você o inicialize tocando o pino **S23** com o fio móvel.
Use o resistor variável para fazer variar o tempo que o LED leva para se apagar.

Calculando o tempo

Quando os responsáveis pelo projeto de circuitos estão planejando um circuito de cronometragem exata, eles usam uma fórmula para encontrar o valor correto dos componentes a serem usados.

TEMPO = CAPACITÂNCIA x RESISTÊNCIA
SEGUNDOS = FARADS x OHMS

Por duas razões os cálculos podem ser bem complicados. Em primeiro lugar o transistor só precisa de 0,6 volts para funcionar e não de toda a voltagem da bateria, portanto, descobrir a resistência através da Lei de Ohm pode ser complicado.

Em segundo lugar, o tempo pode não ser totalmente preciso, porque os componentes podem também não sê-lo. A isto se dá o nome de tolerância de um componente. Você pode comprar componentes bem precisos, mas eles são muito caros e não são necessários para este livro.

A listra prateada ou dourada em um resistor lhe diz a sua tolerância.

Listra prateada

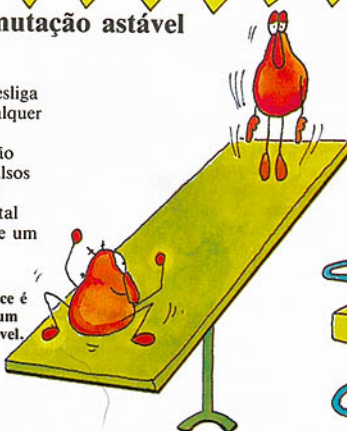
Listra dourada

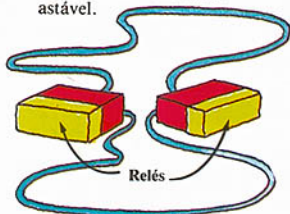
Ajustando o tempo em seu circuito

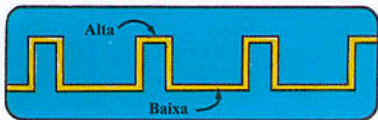
Para que o circuito na página anterior se transforme em um cronômetro de quatro minutos, troque o LED e o resistor nos pinos **C1** e **Q1** por um ressoador piezoelétrico. Solde um resistor de 470 Ω nos pinos **T13** e **H'13**, no lugar do fio. Ajuste o resistor variável para o valor correto através do método das tentativas, usando um relógio.

Circuito de comutação astável

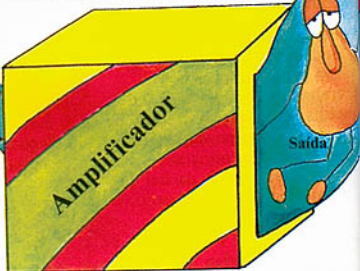
Um circuito astável é composto por dois monoestáveis e liga e desliga sem permanecer em qualquer das duas posições. Comutadores astáveis são usados para gerar os pulsos de telefone e para fazer funcionar o relógio digital que regula as funções de um computador.

A gangorra que sobe e desce é semelhante à corrente em um circuito de comutação astável.

Um relé funciona como um comutador monoestável porque seus contatos somente são estáveis em suas posições normais. Dois relés ligados por fios de forma que liguem e desliguem um ao outro formam um comutador astável.

Relés

Freqüência

O número de vezes que um comutador astável liga e desliga em um segundo é chamado freqüência. A freqüência é medida em unidades chamadas hertz. Algumas vezes ela é suficientemente pequena para que se possa contar, mas também pode chegar a milhares de vezes por segundo.

Um circuito astável fornece uma tensão variável que pode ser desenhada em gráficos como este. Os gráficos representam a variação da tensão com o tempo. A duração dos pulsos depende dos valores dos componentes. No gráfico à direita, um dos transistores no circuito astável fica ligado mais tempo que o outro.

Amplificadores

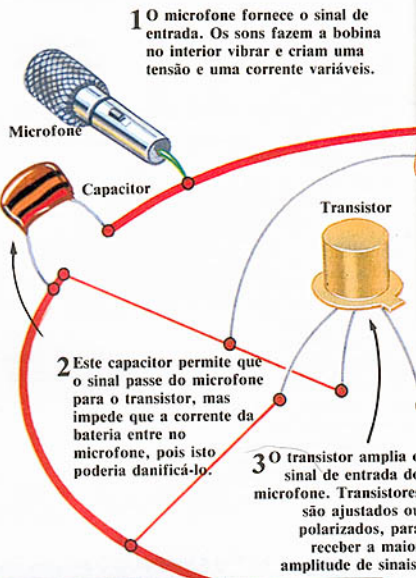
Um amplificador é um circuito que torna um pequeno sinal elétrico maior. Todo equipamento eletrônico que produz som precisa de um amplificador para funcionar. Transistores que amplificam corrente e tensão são os componentes mais importantes em um circuito de amplificador.

O sinal recebido pelo amplificador é chamado sinal de entrada. Geralmente ele é um sinal analógico contínuo e regular. Um amplificador deve reproduzir fielmente uma versão ampliada do sinal de entrada.

Como funciona o circuito amplificador

Esta figura mostra como os componentes em um circuito amplificador se conectam e o que cada um deles faz.

1 O microfone fornece o sinal de entrada. Os sons fazem a bobina no interior vibrar e criam uma tensão e uma corrente variáveis.

2 Este capacitor permite que o sinal passe do microfone para o transistor, mas impede que a corrente da bateria entre no microfone, pois isto poderia danificá-lo.

3 O transistor amplia o sinal de entrada do microfone. Transistores são ajustados ou polarizados, para receber a maior amplitude de sinais.

Polarizando o transistor

No circuito amplificador, o transistor deve ser ajustado no ponto médio, para que possa receber a maior amplitude possível de sinais de entrada. Ajustar o transistor para que sua condição seja adequada chama-se polarizar. Tudo de que você precisa para polarizar o transistor é do valor correto do resistor na base.

Transformando som em eletricidade

Um microfone pode traduzir ondas sonoras em uma corrente alternada (c.a.) que possui uma tensão variável. Ele contém um disco chato que vibra quando atingido pelas ondas sonoras. As vibrações são passadas para uma bobina de fio. Próximo à bobina existe um ímã. Quando a bobina se move próximo ao ímã, uma corrente alternada é produzida.

Este sinal de entrada é ampliado pelo amplificador e depois passado ao alto-falante. O alto-falante também contém uma bobina de fio e um ímã. A bobina vibra fazendo com que um cone de papel vibre e produza ondas sonoras no ar.

Esta figura mostra o que cada componente faz em um circuito de amplificação. Os componentes não estão conectados desta forma em um circuito real.

Resistor

4 **Este resistor garante que o transistor possa lidar com os sinais de entrada e saída sem causar distorções. A isto se dá o nome de resistor de realimentação. Ele também está servindo como resistor da base.**

5 **Este capacitor impede que a corrente da bateria entre no alto-falante.**

Capacitor

Alto-falante

6 **O sinal amplificado faz com que a bobina em movimento no interior do alto-falante vibre, o que faz com que o cone de papel produza ondas sonoras no ar.**

Uma vez que ele pode funcionar como um microfone, um alto-falante também pode fornecer um sinal de entrada. Você pode usar dois alto-falantes para a entrada e para a saída no circuito à direita.

Limitação

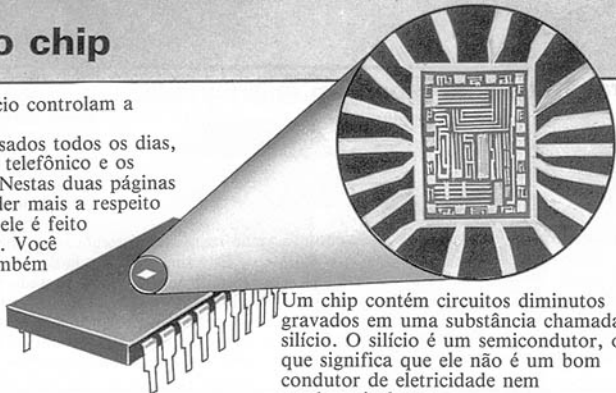
Quando o sinal de entrada é grande demais, a parte superior e a parte inferior do sinal amplificado é cortada pelo transistor. A isto se dá o nome de limitação. Imagine o que acontece com alguém que bate com a cabeça no teto e arrasta com os pés no chão porque seu pulo é grande demais. A limitação acontece quando um sinal é realimentado da saída para a entrada, tornando o sinal de entrada grande demais. A isto se chama de realimentação positiva e pode causar distorção do som na saída.

Mais sobre o circuito de amplificação

O circuito apresentado nestas páginas é chamado de amplificador de um estágio. Ele contém todos os componentes básicos de um circuito, mas não tem potência suficiente para fazer sozinho qualquer trabalho útil.

Um amplificador mais poderoso, chamado amplificador de dois estágios, consiste basicamente em dois amplificadores de um estágio conectados em série. Um amplificador de dois estágios possui dois transistores que ampliam duas vezes, o que torna o sinal de saída muito mais forte.

Sobre o chip

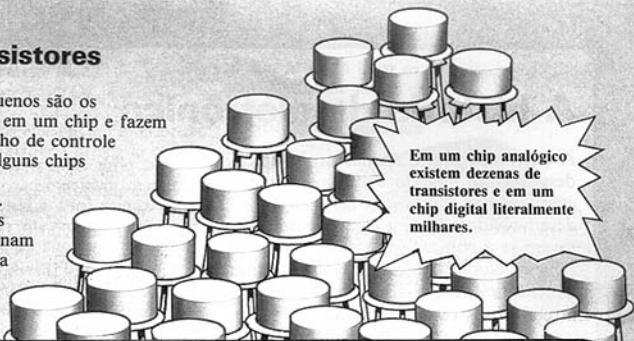
Os chips de silício controlam a maioria dos equipamentos usados todos os dias, como o sistema telefônico e os computadores. Nestas duas páginas você irá aprender mais a respeito do chip, como ele é feito e o que contém. Você irá aprender também a respeito dos vários tipos de chips e o que cada um deles faz.

Um chip contém circuitos diminutos gravados em uma substância chamada silício. O silício é um semicondutor, o que significa que ele não é um bom condutor de eletricidade nem um bom isolante.

Como um chip funciona

O padrão de um circuito é gravado no silício; em seguida, componentes sob a forma de substâncias químicas são gravados no padrão. Este chip agora está pronto para funcionar como um circuito comum. Trilhas de alumínio conduzem a corrente através dos componentes.

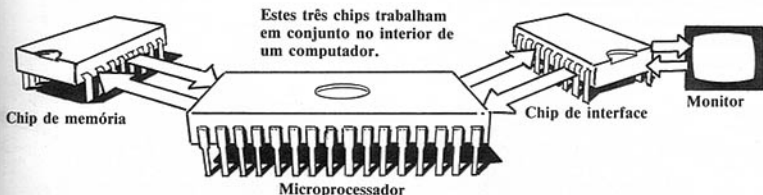
Os chips são eficientes e rápidos porque a corrente precisa percorrer apenas pequenas distâncias ao longo destes circuitos.

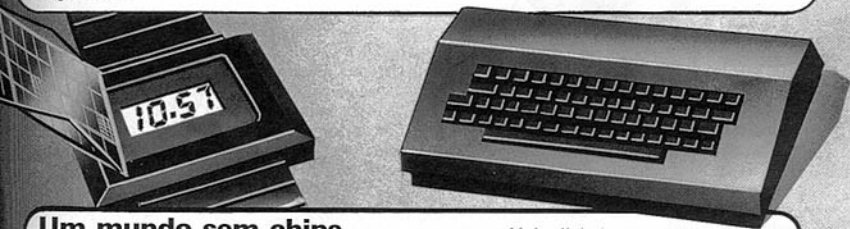
Chips de transistores

Transistores muito pequenos são os principais componentes em um chip e fazem a maior parte do trabalho de controle das funções do chip. Alguns chips são digitais e alguns são analógicos. Os transistores gravados em chips digitais funcionam como chaves e a maioria dos que estão em chips analógicos são amplificadores.

Em um chip analógico existem dezenas de transistores e em um chip digital literalmente milhares.

Tipos diferentes de chips

Existem vários tipos de chips usados para realizar várias tarefas. Um tipo chamado microcomputador contém circuitos suficientes para controlar determinados equipamentos, como calculadoras, máquinas de lavar ou jogos eletrônicos.

O microprocessador precisa de chips de memória para poder armazenar a informação que recebe. Os chips de interface convertem os sinais de entrada e saída do computador em sinais apropriados para que ele possa trabalhar com diferentes periféricos.

Um equipamento mais complicado, como um computador pessoal, contém mais de um tipo de chip. Eles trabalham em conjunto para controlar toda a máquina. O mais importante destes chips é o microprocessador, que é responsável pelos cálculos e pelas decisões tomadas pelo computador.

O computador também precisa de um relógio eletrônico para manter em ordem os milhares de cálculos feitos a cada segundo pelo computador.

Um mundo sem chips

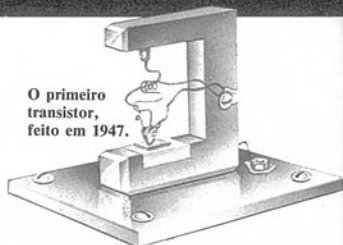
Se todas as máquinas que as pessoas usam fossem construídas usando-se componentes do tamanho dos que foram usados para experiências neste livro, provavelmente não haveria espaço para as pessoas. Os circuitos em um relógio digital encheriam uma mala, os computadores pessoais seriam do tamanho de piscinas e os satélites jamais sairiam do chão. Além disto, o equipamento estaria sempre apresentando defeitos, pois os chips funcionam muito melhor do que os componentes comuns.

A história da eletrônica

A eletrônica surgiu apenas no início deste século, quando os primeiros componentes eletrônicos foram desenvolvidos. É uma ciência muito jovem se a compararmos com outras ciências como a física e a química, que têm sido estudadas há centenas de anos. Entretanto, os resultados das experiências em eletrônica já produziram uma revolução tecnológica que mudou o mundo. Nestas duas páginas você poderá aprender a respeito dos primeiros componentes eletrônicos e a história de seu desenvolvimento.

Válvula diodo

1 O primeiro grande desenvolvimento na eletrônica foi a invenção de um componente chamado válvula diodo. A válvula foi a precursora do diodo moderno e do transistor. Consistia em um tubo de vidro contendo um fio em seu interior, que, quando aquecido, emitia elétrons através de um vácuo* para uma placa de metal no final do tubo.

O primeiro transistor, feito em 1947.

4 Logo em seguida, na década de 50, o transistor foi desenvolvido a partir da válvula. Ele era pequeno e compacto, e não precisava de calor para funcionar. Gradualmente os transistores substituíram as válvulas nos rádios e nas televisões e em seguida nos computadores.

5 Os transistores são feitos de dois tipos de material semicondutor chamado tipo N e tipo P. N e P referem-se ao tipo das impurezas presentes no material, que pode ser silício ou germânio.

6 Em 1958, o primeiro chip foi feito por um cientista americano chamado Jack Kilby. Ele colocou dois transistores em um cristal de silício. Desde então, componentes e circuitos foram miniaturizados para acomodar até um milhão de componentes em um chip. Isto é possível através do desenvolvimento de métodos de gravação microscópica em silício. Com o aperfeiçoamento da técnica de fabricá-los, mais e mais circuitos complexos podem ser feitos de forma rápida e segura.

Um pequeno chip de silício

Válvula triodo

Os elétrons no interior da válvula a princípio podiam fluir apenas em uma direção, fazendo com que a válvula fosse um diodo. Mais tarde uma grade de metal foi inserida na válvula, o que permitiu que a corrente fosse controlada e variada de forma que a válvula pudesse também atuar como um amplificador ou como uma chave, como um transistor. Este tipo de válvula foi chamado de válvula triodo.

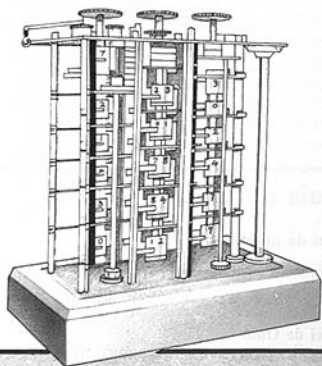
2 Em primeiro lugar as válvulas foram usadas em rádios, e depois em televisões, utilizando sua função como amplificadores.

Um rádio de válvula de 1930.

A figura mostra o primeiro computador do tamanho de uma sala.

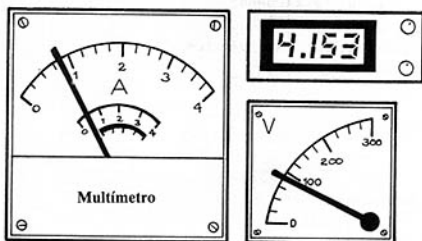
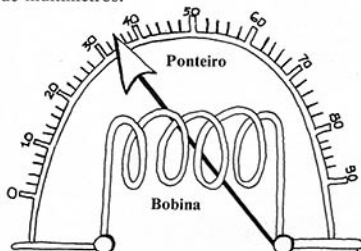
3 Mais tarde, na década de 40, as válvulas foram empregadas nos primeiros computadores, desta vez como comutadores digitais. O primeiro computador continha 18.000 válvulas. Ele tomava uma sala inteira e gerava uma tremenda quantidade de calor, pois cada válvula precisava ser aquecida para funcionar.

Antes da eletrônica

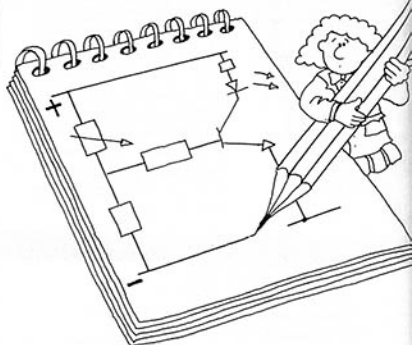
O primeiro calculador, inventado em 1821, possuía tantos dispositivos mecânicos complicados que na verdade nunca funcionou. Quando as válvulas foram inventadas, todos os dispositivos puderam ser substituídos por circuitos eletrônicos que realizam os cálculos.

O primeiro calculador feito por um inglês, o matemático Charles Babbage.

Testando e projetando circuitos

Testando circuitos

Você pode comprar medidores de teste para ajudá-lo a descobrir o valor correto dos componentes para um circuito, ou para verificar as falhas de um circuito.

Existem muitas espécies diferentes de medidores de teste, como por exemplo o voltímetro, que mede a tensão, o amperímetro, que mede a corrente, e o ohmímetro, que mede a resistência. Existem também aparelhos que medem a corrente, a voltagem e a resistência e que são chamados de multímetros.

No interior da maioria dos medidores existe uma bobina de fio próximo a um ímã forte. O fio traz preso um ponteiro. Quando a corrente passa pela bobina, cria um outro campo magnético e a bobina gira. Isto faz com que o ponteiro se mova para um número pintado em uma escala.

Projetando circuitos

Um circuito eletrônico complicado é sempre feito a partir de circuitos simples, unidos para funcionar em conjunto.

Os símbolos de circuitos são usados para projetar os circuitos e verificar se realmente funcionam antes de montá-los.

Ao projetar um circuito, você precisa usar as leis da eletrônica para descobrir determinadas coisas, como o valor dos componentes de que vai precisar para o circuito. Abaixo apresentamos uma lista de algumas das leis que o ajudarão a projetar seus próprios circuitos.

Leis da eletrônica

Lei da potência

Potência (watts) = Tensão (volts) × Corrente (ampères)

Lei de Ohm

Tensão (volts) = Corrente (ampères) × Resistência (ohms)

$$\textbf{Ganho do transistor} = \frac{\text{Corrente do coletor}}{\text{Corrente da base}}$$

Tempo(segundos) = Capacitância(farads) × Resistência (ohms)

Resistores em série

Resistência total = soma dos resistores conectados em série

Código de cores: um programa de computador

Aqui está um programa de computador para ajudá-lo a determinar o valor dos resistores usados nos circuitos elétricos e eletrônicos. Quando você entra com as cores das listras, o programa lhe informa qual é o valor do resistor; quando você entra com o valor, ele lhe diz quais são as cores das listras. O programa também pode fornecer uma lista completa do código de cores.

O programa foi escrito para computadores das linhas MSX (Hot Bit, Expert), Apple (TK-3000) e PC (todos os compatíveis com o IBM-PC). No caso do TK-3000, a instrução 480 (CLS) deve ser substituída por HOME.

Como usar o programa

Digite o programa exatamente como aparece na listagem abaixo. Em seguida, digite RUN e aperte RETURN ou ENTER.
O computador mostrará na tela uma lista das opções disponíveis (esta lista é chamada de menu).

Aperte *A* se você quiser apenas uma lista das cores e números de código correspondentes.

Aperte *B* e depois entre com o valor do resistor se você quiser saber as cores das listras.

Aperte *C* e depois entre com as cores das listras se quiser saber o valor do resistor.

Nota Importante: Este programa só reconhece letras maiúsculas.

```
10 GOSUB 500
20 GOSUB 480
30 PRINT "CODIGO DE CORES"
40 PRINT
   :PRINT "A. LISTA DAS CORES"
50 PRINT "B. CODIGOS"
60 PRINT "C. CORES"
70 PRINT
   :PRINT "ENTRE COM A.B OU C"
80 INPUT I$
90 IF I$="A" THEN GOSUB 130
100 IF I$="B" THEN GOSUB 180
110 IF I$="C" THEN GOSUB 330
120 GOTO 20
130 GOSUB 480
140 PRINT "AS CORES SAO :"
    :PRINT
150 FOR I=1 TO 10
160 PRINT TAB(2);C$(I)
    ;TAB(14);I-1
170 NEXT I:GOSUB 460
    :RETURN
180 GOSUB 480
190 PRINT "ENTRE COM O VALOR"
    :INPUT V
200 PRINT "ENTRE COM O MULTIPLICADOR"
    :PRINT "M=MEGOHMS"
210 PRINT "K=KILOHMS"
    :PRINT "O=OHMS"
220 INPUT M$
230 IF M$="M" THEN V=V*1E6
    :GOTO 260
240 IF M$="K" THEN V=V*1E3
    :GOTO 260
250 IF M$<>"O" THEN GOTO 200
260 NZ=0
270 IF V>=100 THEN V=V/10
    :NZ=NZ+1:GOTO 270
280 V=INT(V):PRINT
    :PRINT "AS CORES SAO"
290 PRINT C$(INT(V/10)+1);" ";
300 PRINT C$((V/10-INT(V/10))*10+1.1);" ";
310 PRINT C$(NZ+1)
    :GOSUB 460
320 RETURN
330 GOSUB 480
340 FOR I=1 TO 3
350 PRINT "ENTRE COM A COR "
    ;I:INPUT I$
360 F=0:FOR J=1 TO 10
370 IF I$=C$(J) THEN F=1
    :C(I)=J-1
380 NEXT J:IF F=0 THEN PRINT "NAO ENTENDI"
    :GOTO 350
390 NEXT I
400 V=(C(2)+10*C(1))*10^C(3)
    :M$=""
410 IF V>1E6 THEN V=V/1E6
    :M$="MEG"
420 IF V>=1E3 AND M$"MEG" THEN V=V/1E3
    :M$="KIL"
430 PRINT
    :PRINT "VALOR: ";V;" ";M$;"OHMS"
440 GOSUB 460
450 RETURN
460 PRINT
    :PRINT "APERTE RETURN PARA CONTINUAR"
470 INPUT X$:RETURN
480 CLS
490 PRINT:RETURN
500 DIM C$(10):DIM C(3)
510 FOR I=1 TO 10:READ C$(I)
    :NEXT I
520 RETURN
530 DATA "PRETO","CASTANHO"
    ,"VERMELHO"
540 DATA "LARANJA","AMARELO"
    ,"VERDE"
550 DATA "AZUL","VIOLETA"
    ,"CINZA"
560 DATA "BRANCO"
```

O que comprar

Nestas duas páginas existe uma lista de compras completa para todos os circuitos neste livro. Você pode comprar os componentes de uma só vez, ou à medida que precisar deles para cada circuito. Existe uma lista de verificação de componentes ao lado de cada circuito deste livro. A lista apresenta apenas os novos componentes que são usados, o que significa que é preciso verificar que todos os circuitos necessários para um circuito anterior ainda estejam em seus lugares. Os circuitos são projetados de forma que você possa começar desde o princípio e gradualmente ir criando circuitos mais complicados a partir dos circuitos básicos. Se você decidir construir apenas um circuito, verifique cuidadosamente para certificar-se de que não esqueceu nada.

É uma boa idéia comprar componentes adicionais, especialmente resistores, transistores e LEDs. Os resistores são usados com freqüência no livro e transistores e LEDs freqüentemente sofrem avarias.

Lista completa de componentes

Resistores

1/4 watt, ou 1/8 watt, composição de carbono
2 × 100 Ω
2 × 220 Ω
1 × 470 Ω
4 × 10K Ω
2 × 1K Ω
1 × 100K Ω

Resistores especiais

1 × termistor de vareta
(Alta resistência, Coeficiente de Temperatura Negativo)
1 × resistor variável de 1MΩ
1 × resistor ativado a luz (LDR)

Transistores

4 × BC108, NPN

LED
1 × LED de 0,2'' de diâmetro
(Verde ou vermelho)

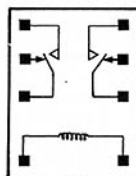
Capacitor
1 × 100μ farads, eletrolítico

Diodos
1 × qualquer diodo das séries 1N4001-1N4006 (Não use diodos Zener)

Ressoador piezoelétrico

1 × ressoador piezoelétrico

Relé

De dois pólos e duas posições
12V c.c., 280 Ω

(Leve este diagrama da disposição dos pinos se você não está certo do que deve ser comprado e mostre-o ao vendedor.)

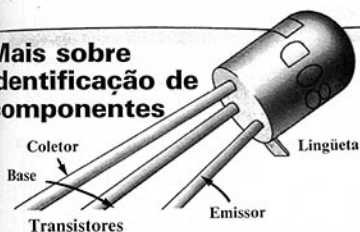
Se você tem dúvidas a respeito da identificação dos componentes, é melhor perguntar ao vendedor antes de comprá-los. Se necessário, leve este livro até a loja e mostre ao vendedor exatamente para que servem os componentes.

Ferramentas e materiais

1×0,1'' Veroboard, 36 trilhas×50 furos
1× pedaço avulso de Veroboard de qualquer tamanho usado para praticar a soldagem de componentes
Ferro de soldar (com ponta fina se possível)
Um carretel de solda para eletrônica
Uma furadeira com ponta de 5mm
5m de fio para ligação
Faca para desencapar fios
Cortadores de fio

Tesoura
Papel
Cola
Papelão
Papel de alumínio

É uma boa idéia procurar em sua casa quaisquer ferramentas úteis e materiais antes de comprá-los.

Mais sobre identificação de componentes

Transistores

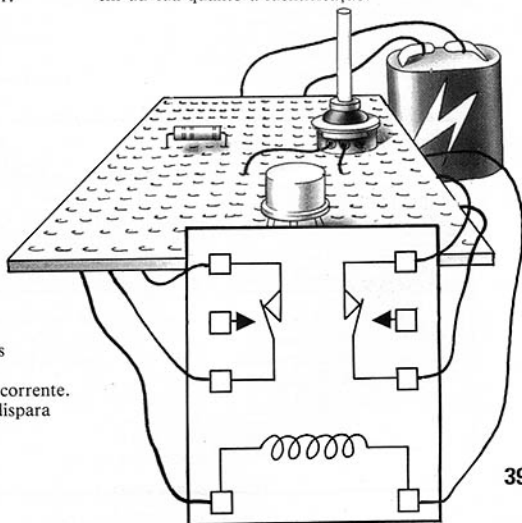
O transistor (BC108) usado neste livro é identificado pela lingüeta no invólucro, que está sempre mais próxima do emissor.

Capacitores

Os capacitores são identificados por listras coloridas ou por um número impresso. Peça ao seu fornecedor para ajudá-lo caso esteja em dúvida quanto à identificação.

Relé

O relé usado para o circuito de alarme na página 25 tem dois contatos que normalmente estão abertos e dois normalmente fechados. Um dos contatos normalmente fechados é usado para disparar o circuito e outro para ligar a campainha.

Quando o relé é acionado, os dois contatos normalmente abertos se fecham criando duas vias para a corrente. O contato conectado à base de **T1** dispara o circuito, que fica ligado mesmo quando o ladrão deixa de pisar na placa de pressão.

Como soldar

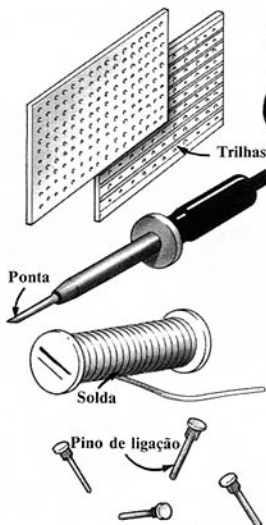
Soldar é uma forma de unir dois metais usando um terceiro metal chamado solda, que se funde e cria uma emenda entre eles. Nestas duas páginas existe um guia passo a passo que lhe diz o que você precisa para soldar, e como fazê-lo. É uma boa idéia praticar o processo de soldagem antes de criar quaisquer circuitos. Nas páginas 42-43, você poderá aprender como preparar a placa para experiências que é usada para os circuitos neste livro.

O que você precisa para soldar

Veroboard

Veroboard é um tipo de placa de circuito que tem carreiras de furos, com trilhas de cobre na parte de trás. Você fixa os componentes à placa soldando-os às trilhas, ou a pinos soldados a estas trilhas.

Solda para eletrônica

Este tipo de material assemelha-se a um fio longo e espesso. Ele é feito de uma mistura de metais que se fundem com o calor do ferro de soldar. A solda endurece rapidamente para constituir uma emenda firme e brilhante que prende os componentes à placa e pode conduzir corrente.

Ferro de soldar

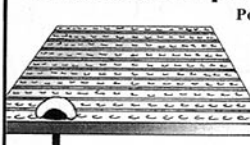
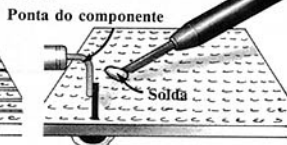
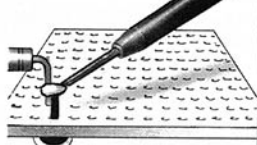
Um ferro de soldar tem uma extremidade de metal afilada a que se dá o nome de ponta. Esta ponta se torna muito quente e funde a solda. É melhor comprar um ferro cuja ponta não seja maior do que a trilha da placa. Enquanto o ferro está quente, seja cuidadoso com relação ao local onde ele vai ser colocado enquanto você não está soldando.

Pinos de ligação

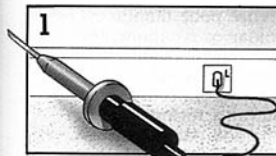
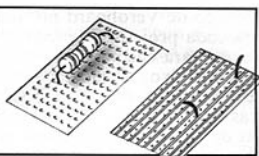
São pequenos pinos com uma cabeça em uma das extremidades. São feitos para se encaixar exatamente nos furos da placa. Você os coloca partindo da parte de trás para a da frente e depois solda as cabeças nas trilhas.

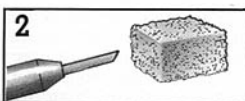
É uma boa idéia comprar alguns resistores para praticar o processo de soldar, pois são baratos e não são facilmente danificáveis.

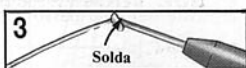
Você precisa também de uma esponja úmida para limpar a ponta de ferro antes e depois de soldar.

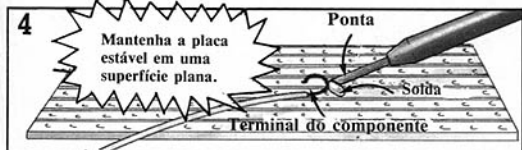
Soldando em pinos

Pegue um pino de ligação e empurre-o com firmeza de trás para a frente da placa. Solde a cabeça do pino na trilha para prendê-lo.

Vire a placa de forma que a parte da frente esteja voltada para cima. Agora coloque um pouco de solda no ferro. Segurando o ferro com uma das mãos, pegue o componente com a outra e coloque sua ponta de encontro ao pino.

Agora toque o pino e a ponta do componente com o ferro de soldar.
A quantidade de solda no ferro deve ser suficiente para unir a ponta ao pino.

Como soldar

1

Ligue o ferro de soldar na tomada e espere alguns minutos. Certifique-se de que a ponta não está encostando em alguma coisa, especialmente no fio condutor.

Pegue um componente e enfie os terminais, pela frente, nos furos de um pedaço de Veroboard. Dobre ligeiramente os terminais.

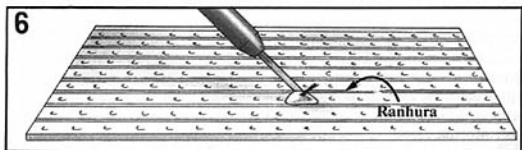
2

Limpe a ponta do ferro em uma esponja úmida.

3

Agora toque a ponta com a solda para estanhá-la.

4

Encoste a ponta no terminal e na trilha de cobre. Mantenha-o no lugar e toque o terminal com a solda. A solda vai fundir e escorrerá para a trilha. Cuidado, bastam apenas alguns segundos para que ela funda.

5

Mantenha a placa inclinada para longe de você e cuidadosamente corte a extremidade do terminal com o cortador de fios.

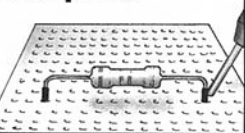
6

Certifique-se de que não há solda ligando duas trilhas. Caso isto aconteça, limpe a ponta do ferro e passe-a com firmeza pela ranhura entre as trilhas até que não exista mais solda na ranhura.

7 **Verifique cada emenda cuidadosamente. Ela deverá ter uma aparência firme e brilhante. Uma emenda "seca" poderá impedir que um circuito funcione. Se a emenda não estiver correta, desprenda a solda e tente novamente.**

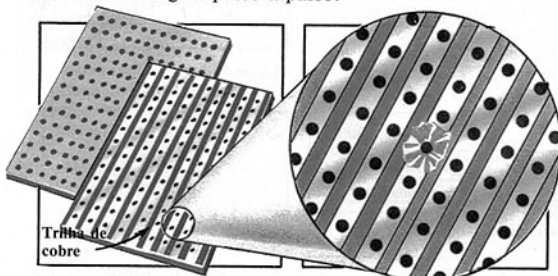
Para soltar a solda

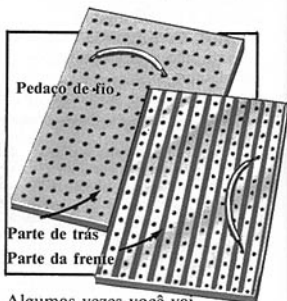
Segure a placa com firmeza, apontando em direção oposta a você, fazendo um pequeno ângulo. Funda a emenda soldada que você deseja remover e dê umas pancadinhas na placa para desprender a solda.

Agora retire o terminal da parte de trás com o ferro. Com o alicate puxe o componente pela parte da frente e ele deverá então se soltar. Tome cuidado, pois ele estará quente.

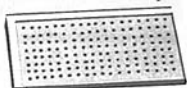
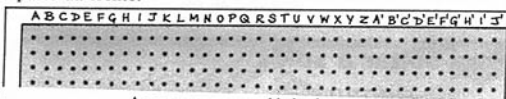
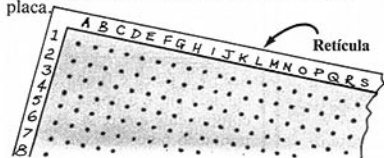
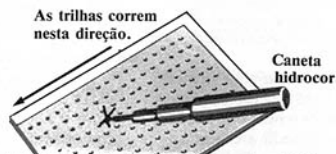
Soltando a solda dos pinos

Segure a placa e funda a emenda entre a ponta do componente e o pino. Puxe a ponta do pino com um alicate à medida que a solda se funde.

Preparando a placa para experiências

A placa para experiências é um pedaço de Veroboard no qual você pode montar todos os circuitos deste livro. Para cada projeto vai precisar soldar os componentes aos pinos na placa para experiências. Para encontrar os furos certos você poderá fazer uma retícula conforme descrito abaixo. A não ser que especificado de forma diversa, você mantém os componentes de um projeto anterior em seus lugares ao iniciar um novo projeto. Nestas duas páginas, poderá encontrar a forma de preparar a placa para experiências de forma que ela esteja preparada para todos os circuitos. É uma boa idéia praticar primeiro a maneira correta de soldar. Nas páginas 40-41 existe um guia passo a passo.

A placa é feita de um material não-condutor. A corrente pode passar apenas ao longo das trilhas de cobre na parte de trás e através dos componentes soldados nas trilhas.

Se você interromper a trilha de cobre, poderá desviar a corrente em torno de um circuito para fazer com que ela passe pelos componentes na ordem correta. Na página seguinte você poderá aprender como interromper a trilha para os circuitos neste livro.

Algumas vezes você vai precisar unir trilhas para permitir que a corrente flua entre elas. Isto se faz soldando um pedaço de fio entre as trilhas a serem unidas. Você também pode usar um pedaço de fio para reparar uma rachadura na trilha de cobre.

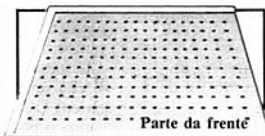
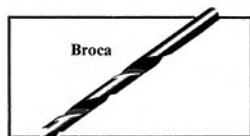
Fazendo uma retícula

As instruções para os circuitos neste livro utilizam uma letra e um número para representar cada furo na placa para experiências. Isto é para tornar mais fácil encontrar o lugar certo para cada componente. As letras e os números correspondem a uma retícula que é colada ao longo de duas bordas da placa na parte da frente.

Para fazer uma retícula, use fita adesiva ou duas tiras de papel. Cole um pedaço de fita ou de papel ao longo de uma borda longa e de uma borda curta da placa.

Agora pegue um lápis de ponta bem fina e marque a borda mais curta como indicado acima.

Numere os furos descendo pela borda mais comprida da retícula, de 1 a 50.
Cuidado. É importante alinhar os números com os furos.

Ao montar um circuito é uma boa idéia marcar cada furo à medida que você os vai encontrando com uma caneta hidrocor. Isto facilita lembrar o local em que o furo se encontra.

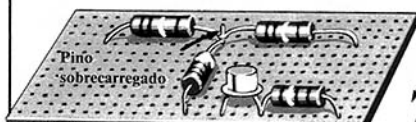
Interrompendo a trilha

Para interromper a trilha, você deverá remover todo o cobre de uma área em torno de um furo na parte de trás, no lado das trilhas de sua placa.

Para os circuitos neste livro você deverá interromper algumas trilhas. É mais fácil fazer isto antes de começar, pois a placa estará lisa e sem componentes.

As falhas nas trilhas listadas abrangem todos os circuitos do livro.

Você poderá fazer isto usando uma broca de 4mm-6mm (1/8"-1/4").
Pratique em um pedaço solto de Veroboard, e depois interrompa a trilha na placa para experiências nos seguintes furos:
L2, R7, R12, S12, L14, S19.

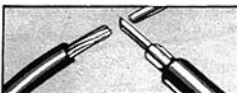
Coloque a broca no furo e gire-a entre seus dedos até que todo o cobre seja retirado da trilha em torno do furo.

Mais de um componente em pinos

Neste livro você muitas vezes vai encontrar mais de uma ponta de componente para ser soldada em um determinado pino. Isto pode ser um pouco complicado. Se houver espaço, você poderá colocar um outro pino de ligação em um furo na mesma trilha daquele que está sobrecarregado e soldar a ponta neste outro pino. Certifique-se de que o pino extra está na mesma trilha e não está enviando a corrente para um local errado no circuito. Verifique também que não exista nenhum outro componente ou interrupções na trilha entre os dois pinos.

Como desencapar o fio

Quando você compra fio, ele está completamente recoberto por plástico. Antes de usá-lo você deverá retirar um pouco do plástico das duas extremidades. Para fazer isto, é melhor usar um alicate apropriado. Ajuste o alicate para que se adapte ao fio e retire cerca de 1cm(1/2").

Estanhagem

Estanhar significa revestir com solda um pedaço descoberto de fio ou a ponta de um componente. Isto ajuda a fazer boas emendas de solda que proporcionam melhor condução da corrente.

Estanhando o fio

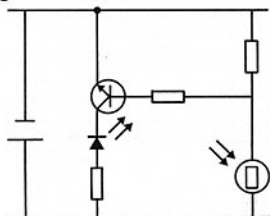
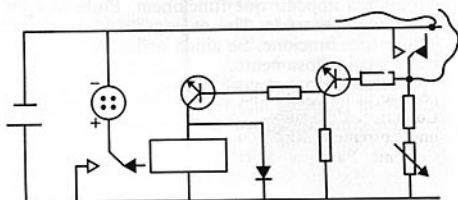
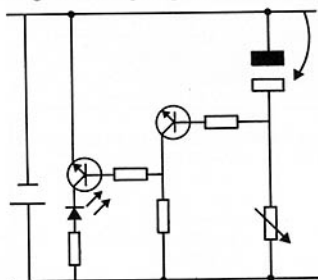
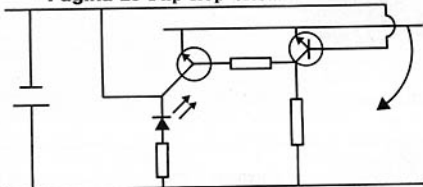
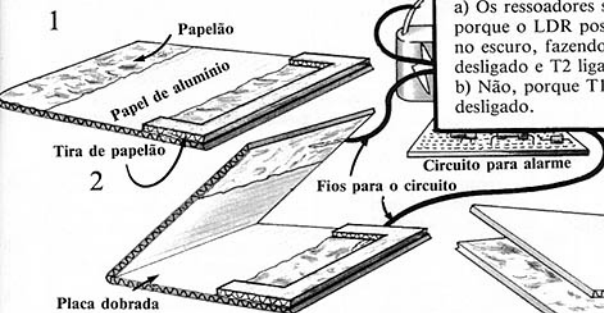
Prenda o fio com alguma coisa pesada e depois aqueça a extremidade descoberta com o ferro. Agora passe o ferro com solda com todo cuidado pelo fio descoberto.

Advertência

Quando você estiver soldando componentes a pinos, tome cuidado para não tocar os componentes que já estão na placa com a ponta quente do ferro de soldar. Os transistores especialmente podem ser facilmente danificados pelo calor. É uma boa idéia colocar os transistores por último quando você estiver montando um circuito.

Palavras usadas em eletrônica

Ampère: A unidade do fluxo de corrente.
Comutador astável: Um circuito de comutação digital que não é estável nem na posição ligado nem na posição desligado.
Comutador biestável: Um circuito de comutação digital que é estável tanto na posição ligado quanto na posição desligado.
Condutor: Uma substância através da qual uma corrente elétrica pode fluir.
Corrente: Passagem de elétrons através de um condutor, como por exemplo um fio de cobre.
Corrente alternada: Corrente elétrica que está constantemente invertendo seu sentido.
Corrente contínua: Corrente que flui constantemente em uma direção.
Coulomb: A unidade de carga elétrica.
Diferença de potencial: Uma corrente elétrica pode fluir entre dois pontos somente se existe uma diferença de tensão elétrica entre eles. Uma bateria, por exemplo, permite que a corrente flua porque existe uma diferença de potencial entre os terminais.
Divisão de tensão: A tensão aplicada a uma cadeia de componentes conectados em série é dividida proporcionalmente a suas resistências. (A soma das tensões através de cada componente é igual à tensão aplicada à cadeia.)
Elétron: Uma partícula carregada negativamente que gira em torno do núcleo de um átomo.
Entrada: O sinal que é fornecido a um circuito ou a um componente.
Força eletromotriz: O mesmo que tensão.
Freqüência: A medida de quantas vezes uma corrente alternada muda de direção por unidade de tempo.
Ganho do transistor: A medida de quanto a corrente da base é amplificada por um transistor. Ele pode ser calculado dividindo-se a corrente da base pela corrente do coletor.
Impedância: Resistência que varia com a freqüência de um sinal. Um alto-falante, por exemplo, não possui resistência fixa, mas possui uma impedância medida em ohms.
Indutância: A propriedade de uma bobina de fio de criar um campo magnético que se opõe à corrente que o criou.
Isolante: Uma substância através da qual uma corrente elétrica não pode fluir.
Joule: A unidade que mede qualquer energia, i.e., energia elétrica, mecânica.
NPN, PNP: A forma pela qual diversos semicondutores, tipo P e tipo N, estão dispostos no interior de um transistor.
Oscilador: Um circuito que não tem posição estável, como um comutador astável, e que gera um sinal de uma determinada freqüência.
Osciloscópio de Raios Catódicos (CRO): Um instrumento usado para medir e apresentar sinais elétricos sob a forma de gráfico em uma tela semelhante à da TV. Ele pode também medir a freqüência de uma corrente alternada e uma vasta gama de tensões.
PNP: veja NPN
Saída: O sinal que sai de um circuito ou de um componente.
Saturação: Uma outra forma de dizer que o transistor está totalmente ativado. O ponto no qual o transistor pára de amplificar e não há mais ganho.
Semicondutor: Uma substância que não é nem um bom condutor nem um bom isolante, e que somente conduz em determinadas condições. Por exemplo, o silício.
Sinal: Uma tensão ou corrente que está sendo usada por um componente ou por um circuito.
Sinal analógico: Tensão ou corrente que varia de forma gradual.
Sinal digital: Um sinal que passa de baixa para alta tensão sem passar por valores intermediários.
Tensão: A medida de diferença de potencial entre dois pontos em um circuito.
Transdutor: Um dispositivo que tem a capacidade de transformar um tipo de energia em outro ou vice-versa; por exemplo, energia mecânica em energia elétrica.
Watt: A unidade que mede a potência consumida por um circuito. A potência pode ser calculada multiplicando-se a tensão pela corrente.

Diagramas de circuitos

Respostas dos problemas

Página 10:

a) 2.000 ohms, ou 2 Kilohms (vermelho, preto, vermelho)
b) 12 ohms (marrom, vermelho, preto)

Página 11:

4 ampères de corrente

Página 24:

a) Os ressoadores soarão no escuro porque o LDR possui uma alta resistência no escuro, fazendo com que T1 esteja desligado e T2 ligado.
b) Não, porque T1 estaria ligado e T2 desligado.

Aqui está uma idéia para a placa de pressão para montar o circuito da página 25.

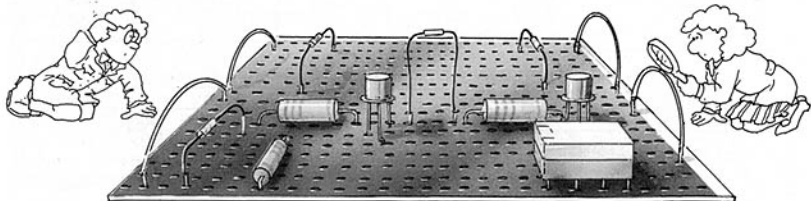
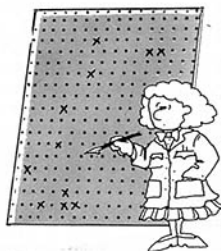
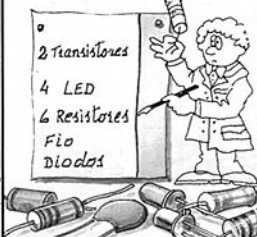
Pegue uma peça de papelão duro e cole papel de alumínio em ambas as extremidades do mesmo lado. Dobre a placa de pressão no meio e cole uma tira fina de papelão a uma das extremidades para impedir contato entre as partes de papel de alumínio.

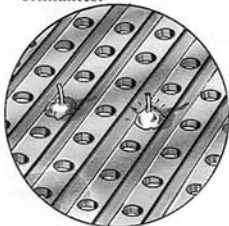
Cole os fios da placa de pressão do circuito no papel de alumínio em ambas as extremidades.

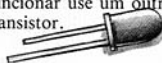
Se um ladrão pisar nele, as duas extremidades da placa se tocarão e o papel de alumínio conduzirá a corrente entre os fios, acionando o circuito.

Verificação e correção de falhas

Circuitos são muito frágeis e delicados para serem montados, e qualquer pequeno erro poderá impedir que funcionem. Embora geralmente a falha seja pequena, pode ser difícil encontrá-la. Use os conselhos abaixo para identificar as falhas caso seu circuito não funcione. Se ainda assim ele não funcionar, torne a verificar todos os detalhes cuidadosamente.

Na relação do que você precisa para cada circuito, os componentes que já se encontram na placa não serão listados novamente. Antes de iniciar um circuito, verifique com cuidado se os componentes ainda estão no lugar desde que o último circuito foi montado.

1 Todos os componentes estão em seus devidos lugares na placa ou em seus pinos?

2 Você esqueceu algum dos componentes? É fácil esquecer alguma coisa nos circuitos quando necessitam de muitos componentes.

3 As junções de solda estão firmes? Com muito cuidado puxe cada componente para certificar-se de que não há nada solto.

4 Uma emenda de solda sem brilho é chamada de solda fria e ela pode impedir que um circuito funcione. Verifique se todos os pontos de solda estão brilhantes.

5 Verifique se você interrompeu a trilha por trás de todos os furos listados na página 43.

6 Certifique-se de que todos os transistores, capacitores eletrolíticos, diodos e LEDs estão conectados de forma adequada. Se um transistor, por exemplo, estiver conectado com as pontas nos furos trocados, poderá ser danificado. Se este for o caso, tente soldar novamente no sentido correto em primeiro lugar, e se o circuito ainda assim não funcionar use um outro transistor.

7

Os componentes podem ter sofrido avarias devido ao calor do ferro de soldar. Muitas vezes os transistores são danificados pelo calor e você deverá ser ainda mais cuidadoso ao soldar componentes a pinos próximos a um transistor.

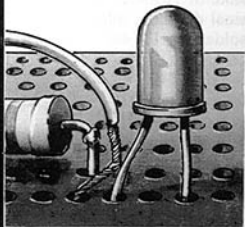
8

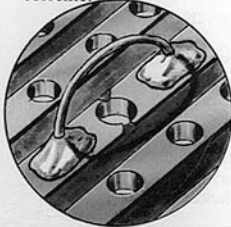
Verifique se todos os componentes são do valor correto. Por exemplo, se os resistores têm um valor muito alto podem não estar permitindo que passe corrente suficiente.

9

Veja se as trilhas estão sem solda. Se houver solda, passe a ponta do ferro de soldar com firmeza até que a ranhura esteja limpa.

10

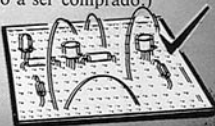
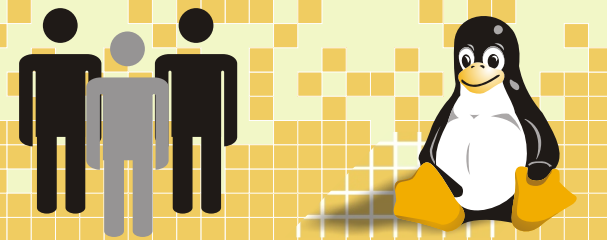
Verifique se terminais ou pedaços de fio se tocam na placa. Isto poderia estar provocando um curto-circuito (veja à direita).

11

Verifique se cada trilha na placa para experiências contém falhas. Volte a conectar a trilha com fio sobre qualquer falha para completar a via da corrente.

Curtos-circuitos

Um curto-circuito acontece quando existe uma conexão de uma parte do circuito para outra que permite que a corrente flua através de componentes no sentido errado, ou através dos componentes errados.

Isto pode acontecer se você esquecer de interromper a trilha ou se terminais de componentes estiverem se tocando na placa.

Advertência

Não use fio grosso, isto é, fio como o usado para a rede elétrica, para seus projetos. É difícil prender de modo firme o fio grosso aos pinos da placa, especialmente se você está fazendo uma conexão curta. Ele poderia também tocar outros componentes e causar um curto-circuito. (Veja páginas 38-39 para saber qual o melhor tipo de fio a ser comprado.)

Examine estas indicações duas vezes. Peça a alguém que verifique a posição de cada componente. Se ainda assim você não conseguir encontrar a falha, procure pessoal especializado.

A ciência e a prática já provaram: "Só evoluimos quando vivemos em comunidade!"

Alunos e professores, esta comunidade espera por vocês, venham participar!

Artigos, trabalhos, foruns, jornais. sistema de mensagem, tutoriais, debates com alunos de outras universidades, novos amigos, tirar dúvidas sobre as matérias, enfim...

Áreas de Bases Tecnológicas

- **Ciência da Computação**
- **Eng. de Telecomunicações**
- **Mecatrônica**
- **Automação**
- **Eng. Eletrônica**
- **Eng. Elétrica**
- **Robótica**
- **Informática**
- **Ciências Espaciais**

acesse

www.tecnociencia.com.br

e faça parte desta comunidade

APOIO